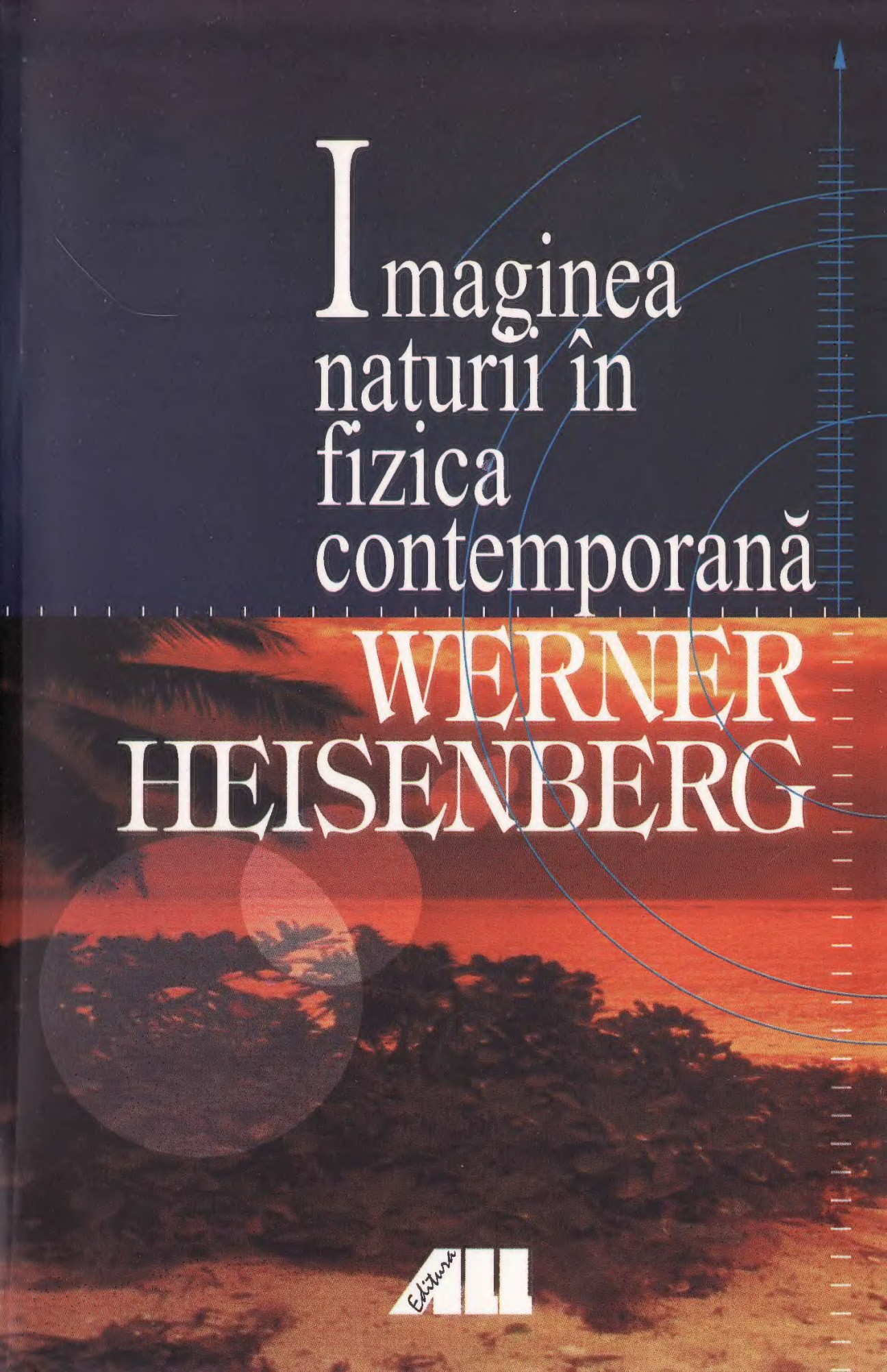
# Imaginea naturii în fizica contemporană

WERNER HEISENBERG



Editura ALL

**DAS NATURBILD DER HEUTIGEN PHYSIK**
*WERNER HEISENBERG*
rowohlts deutsche enzyklopädie series
Herausgegeben von Ernesto Grassi
Copyright © 1955 by Rowohlt Taschenbuch Verlag GmbH, Reinbek bei Hamburg

**IMAGINEA NATURII ÎN FIZICA CONTEMPORANĂ**
*Werner Heisenberg*
Copyright © 2001 - **ALL EDUCATIONAL**
Traducere: Gheorghe Pascu

Toate drepturile rezervate Editurii **ALL EDUCATIONAL**. Nici o parte din acest volum nu poate fi copiată fără permisiunea scrisă a Editurii **ALL EDUCATIONAL**. Drepturile de distribuţie în străinătate aparţin în exclusivitate Editurii **ALL EDUCATIONAL**.
Copyright © 2001 by **ALL EDUCATIONAL**. All rights reserved. The distribution of this book outside Romania, without the written permission of **ALL EDUCATIONAL** is strictly prohibited.

**Descrierea CIP a Bibliotecii Naţionale**
**HEISENBERG, WERNER**
**Imaginea naturii în fizica contemporană** / Heisenberg Werner; trad. Gheorghe Pascu. - Bucureşti, ALL EDUCATIONAL, 2001
p. 168; cm. 20
titl. orig. (ger): Das Naturbild der heutigen Physik.
ISBN 973-684-332-7
I. Pascu, Gheorghe (trad.)

53

Editura **ALL EDUCATIONAL**
Bucureşti
B-dul Timişoara nr. 58, sector 6,
cod 76548
☎ 402 26 00; 402 26 01.
Fax: 402 26 10.
Comenzi la: comenzi@all.ro
URL: http://www.all.ro
Redactor: Gilbert Lepădatu
Coperta: Daniel Ţuţunel

Tiparul executat de:
EUROPONTIC
— publishing & printing —
Cluj-Napoca, Str. Răşinari, nr. 2, ap. 69
Tel. 0040-64-456156, fax. 0040-64-414488

WERNER HEISENBERG

# IMAGINEA NATURII ÎN FIZICA CONTEMPORANĂ

Ediţie îngrijită de Ernesto Grassi

Traducere de Gheorghe Pascu

# I. IMAGINEA NATURII ÎN FIZICA CONTEMPORANĂ

S-a pus întrebarea dacă nu cumva atitudinea omului modern faţă de natură s-ar deosebi atât de mult de cea a vremurilor trecute încât deja prin aceasta s-ar oferi un punct de plecare complet diferit pentru orice fel de relaţie cu ea, de exemplu pentru relaţia artistului cu natura. Atitudinea epocii noastre faţă de natură nu-şi găseşte expresia, ca în secolele trecute, într-o filosofie evoluată a naturii, ci va fi determinată, în mare măsură, de ştiinţele moderne ale naturii şi de tehnică. De aceea, a căuta imaginea naturii în ştiinţele contemporane ale naturii, în special în fizica modernă, nu este numai dorinţa naturalistului. Fireşte, încă de la bun început trebuie exprimată o rezervă: nu prea avem argumente să credem că aici imaginea lumii specifică ştiinţelor actuale ale naturii ar fi influenţat nemijlocit raportul – de exemplu cel al artistului modern - cu natura; se poate admite însă, cu siguranţă, că schimbările petrecute în fundamentele ştiinţelor moderne ale naturii sunt un semnal pentru modificările profunde din temeiurile existenţei noastre, care se vor răsfrânge desigur în toate celelalte domenii ale vieţii. Sub acest aspect, şi pentru omul care încearcă să pătrundă în esenţa naturii creator sau prin interpretare poate fi important să întrebe ce schimbări au avut loc, în ultimele decenii, în imaginea naturii proprie ştiinţelor naturii.

## 1. Problema naturii

### a) Schimbări ale atitudinii cercetătorului faţă de natură

Să ne întoarcem mai întâi la rădăcinile istorice ale ştiinţelor moderne ale naturii. Atunci când această ştiinţă a fost întemeiată de către Kepler, Galilei şi Newton în secolul al XVII-lea, încă mai exista la început imaginea naturii specifică Evului Mediu, care vedea în natură în primul rând creaţia lui Dumnezeu. Natura

a fost gândită ca operă a lui Dumnezeu, iar oamenilor acelor timpuri li s-ar fi părut lipsit de sens să chestioneze lumea materială independent de el. Ca document al acelor vremuri aş dori să citez cuvintele cu care Kepler îşi încheie ultimul volum al „Armoniei Cosmice": „Ţie îţi exprim mulţumirea, Doamne Dumnezeule, Creatorul nostru, că m-ai învrednicit să văd frumuseţea în creaţia Ta, şi de opera mâinilor Tale mă bucur. Priveşte, astfel am săvârşit opera la care m-am simţit chemat; am folosit talentul pe care mi L-ai dat; am vestit oamenilor care vor citi aceste demonstraţii măreţia operelor Tale, atât cât am putut cuprinde din ele în mărginirea minţii mele."

Dar deja în decursul câtorva decenii atitudinea oamenilor faţă de natură s-a schimbat fundamental. Pe măsură ce cercetătorul se adâncea în particularităţile proceselor naturii, el îşi dădea seama că se pot desprinde, într-adevăr, aşa cum începuse să facă Galilei, procese particulare ale naturii din ansamblu, se pot descrie matematic şi astfel se pot şi „explica". El începe să-şi dea seama de sarcina infinită care se impune ştiinţelor naturii aflate în prima fază a dezvoltării lor. Pentru Newton deja, lumea nu mai era defel doar opera lui Dumnezeu, ce poate fi înţeleasă ca un întreg. Atitudinea lui faţă de natură poate fi redată cel mai limpede amintind de vorba sa, cum că s-ar simţi ca un copil ce se joacă pe malul mării şi se bucură atunci când găseşte ici-colo o piatră mai şlefuită sau o scoică mai frumoasă ca de obicei, marele ocean al adevărului întinzându-se necercetat înaintea lui. Această schimbare a atitudinii faţă de natură a cercetătorului poate fi înţeleasă eventual prin faptul că, în dezvoltarea gândirii creştine, în acea epocă Dumnezeu părea că stă atât de departe în ceruri, deasupra Pământului, încât începea să aibă sens să iei în considerare Pământul şi independent de el. Astfel, ar putea fi chiar îndreptăţit, în cazul ştiinţelor moderne ale naturii – cum apare la Kamlah – să se vorbească de o formă specific creştinească a absenţei lui Dumnezeu şi să se explice prin aceasta de ce o evoluţie corespunzătoare n-a avut loc şi în alte sfere culturale. Nu este,

aşadar, o întâmplare faptul că tocmai în acele vremuri natura în sine devine obiect al reprezentării în artele plastice, independent de tema religioasă. Pentru ştiinţele naturii această tendinţă este în întregime satisfăcută dacă natura e considerată nu doar independent de Dumnezeu ci şi independent de om, constituindu-se astfel idealul unei explicaţii sau descrieri „obiective" a naturii. Oricum, trebuie subliniat faptul că pentru Newton este importantă chiar şi o scoică, întrucât provine din marele ocean al adevărului; contemplarea ei nu este încă un scop în sine, studiul ei căpătând sens pe baza corelaţiei întregului.

Vremurile ce au urmat au aplicat cu succes metoda mecanicii newtoniene la domenii din ce în ce mai ample ale naturii. Ele au încercat să scoată în evidenţă, prin experimente, particularităţile din desfăşurarea naturii, să le observe obiectiv şi să le înţeleagă în legităţile lor; a năzuit la formularea matematică a corelaţiilor, a năzuit aşadar să ajungă prin ele la „legi" care sunt valabile neîngrădit în întregul univers, devenindu-i posibil în cele din urmă să folosească forţele naturii, prin tehnică, pentru scopurile noastre. Dezvoltarea uluitoare a mecanicii în secolul al XIX-lea, a opticii, a tehnicii calorice şi a teoriei calorice la începutul secolului al XIX-lea stau mărturie pentru forţa acestei abordări.

**b) Modificări în semnificaţia cuvântului „natură"**

Pe măsură ce o astfel de ştiinţă a naturii era încununată de succes, ea s-a extins şi dincolo de domeniul experienţei zilnice în sferele îndepărtate ale naturii, care puteau fi făcute accesibile abia prin tehnica ce se dezvoltă în conexiune cu ştiinţele naturii. Pasul determinant a fost, şi în cazul lui Newton, cunoaşterea faptului că legile mecanicii, care guvernează căderea unei pietre, determină şi mişcările Lunii în jurul Pământului, că ele pot fi aplicate şi la dimensiunile cosmice. În perioada care a urmat, ştiinţele naturii şi-au început marşul triumfal în aceste sfere îndepărtate ale naturii despre care putem dobândi informaţii numai pe căi ocolite, prin tehnică, adică cu ajutorul unor aparate mai mult sau mai puţin

complicate. Astronomia a pus stăpânire, prin telescoape din ce în ce mai performante, pe mereu alte spaţii cosmice, chimia a încercat să deducă din comportarea substanţelor, în cazul transformărilor chimice, procesele la dimensiunile atomice, experimentele cu maşina electrostatică şi pila voltaică au oferit prima vedere de ansamblu asupra fenomenelor electrice încă ascunse vieţii cotidiene a acelor vremuri. Astfel, semnificaţia cuvântului „natură" ca obiect de cercetare al ştiinţelor naturii s-a schimbat progresiv; cuvântul a devenit o noţiune colectivă pentru toate acele domenii experimentale în care omul poate să pătrundă cu mijloacele ştiinţelor naturii şi ale tehnicii, indiferent dacă ele îi sunt date ca „natură" în experienţa nemijlocită. Şi cuvântul „descrierea" naturii şi-a pierdut din ce în ce mai mult semnificaţia iniţială de expunere, care ar trebui să transmită o imagine vie, inteligibilă a naturii; s-a făcut referire într-o măsură crescândă la descrierea matematică a naturii, deci la o culegere cât mai precisă, scurtă, dar cuprinzătoare de informaţii privind corelaţiile legice din natură.

Extinderea conceptului de natură care s-a petrecut pe jumătate inconştient prin această dezvoltare nu trebuia încă înţeleasă ca o abandonare principială a scopurilor originare ale ştiinţelor naturii, întrucât conceptele fundamentale hotărâtoare erau aceleaşi atât pentru experienţa lărgită, cât şi pentru experienţa naturală, pentru secolul al XIX-lea natura fiind un proces legic în spaţiu şi timp, în descrierea căruia se poate face abstracţie – dacă nu practic, totuşi principial – de om şi de intervenţia sa în natură.

Ca element stabil în transformarea fenomenelor a fost considerată materia cu masă constantă, ce poate fi pusă în mişcare prin forţe. Întrucât din secolul al XVIII-lea experimentele chimice au fost interpretate şi clasificate cu succes prin ipoteza atomului, ipoteză preluată de la antici, părea normal să priveşti atomul, în sensul filosofiei antice a naturii, ca fiinţă, existenţă propriu-zisă, ca o componentă neschimbătoare a materiei. Aşa cum se petrecuse deja în filosofia lui Democrit, calităţile senzoriale ale materiei au fost considerate a fi doar aparenţe: mirosul sau culoarea,

temperatura sau duritatea nu erau însuşiri propriu-zise ale materiei, ele apăreau mai degrabă ca interacţiuni între materie şi simţurile noastre şi trebuiau explicate prin dispunerea şi mişcarea atomilor şi prin acţiunea acestei dispuneri asupra simţurilor noastre. A apărut astfel concepţia despre lume, prea simplistă, a materialismului de secol XIX: atomii, în calitate de existenţe propriu-zis neschimbătoare, se mişcă în spaţiu, în timp, iar prin mişcarea şi dispunerea lor reciprocă dau naştere fenomenelor variate ale lumii noastre senzoriale.

### c) Criza concepţiei materialiste

O primă breşă în această imagine a lumii, chiar dacă încă nu prea periculoasă, a avut loc în a doua jumătate a secolului trecut prin dezvoltarea teoriei electricităţii, în care nu materia trebuia să fie considerată ca fiind realitatea propriu-zisă, ci câmpul de forţe. O interacţiune între câmpurile de forţe fără o substanţă ca purtătoare a forţelor era mai puţin lesne de înţeles decât reprezentarea materialistă a realităţii fizicii atomice, aducând un element de abstractizare şi neclaritate în concepţia despre lume, de altfel atât de convingătoare. De aceea n-au lipsit încercările de a ajunge din nou la noţiunea simplă despre materie a filosofiei materialiste cu ajutorul unui ocol printr-un eter material, care trebuia să poarte aceste câmpuri de forţă ca tensionare elastică; însă astfel de încercări n-au dat cine ştie ce rezultate. Oricum exista consolarea că şi modificările câmpurilor de forţe puteau fi considerate procese în spaţiu şi timp, care pot fi descrise complet obiectiv, deci fără referire la modalitatea observării lor, corespunzând astfel cu imagini general acceptate ale unei evoluţii legice în timp şi spaţiu. Tot astfel, câmpurile de forţe, care puteau fi observate doar în interacţiunea lor cu atomii, puteau fi considerate ca fiind provocate de atomi şi utilizate bunăoară numai pentru explicarea mişcării acestora. Astfel, tot atomii erau cei care rămăseseră entitatea propriu-zisă, între ei existând spaţiul gol care

deţine un fel de realitate cel mult ca purtător al câmpurilor de forţe şi al geometriei.

Pentru această imagine a lumii nici nu era foarte semnificativ faptul că după descoperirea radioactivităţii, spre finele ultimului secol, atomii din chimie n-au mai putut fi percepuţi ca fiind ultimele elemente de construcţie indivizibile ale materiei, că aceştia, la rândul lor, sunt compuşi din nou din trei tipuri de elemente constructive de bază, pe care astăzi le numim protoni, neutroni şi electroni. Această descoperire a dus, în ceea ce priveşte consecinţele practice, la transformarea elementelor şi la tehnologia atomică, devenind astfel extraordinar de importantă. În privinţa întrebărilor fundamentale nu se schimbă însă nimic prin faptul că am recunoscut protonii, neutronii şi electronii ca fiind cele mai mici elemente de construcţie ale materiei, interpretându-le ca existenţă propriu-zisă. Pentru concepţia materialistă a lumii este importantă doar posibilitatea de a considera aceste elemente de construcţie ale particulelor elementare drept ultima realitate obiectivă. Pe această bază se aşezase deci imaginea lumii, bine închegată, a secolului al XIX-lea şi a începutului de secol XX, care datorită simplităţii sale şi-a păstrat de-a lungul unor decenii întreaga sa forţă de convingere.

Dar tocmai în acest punct au avut loc în secolul nostru schimbări profunde în bazele fizicii atomice, care se îndepărtează de concepţia despre realitate a filosofiei atomiste din Antichitate. S-a dovedit că acea sperată, obiectivă realitate a particulelor elementare reprezintă o simplificare prea grosieră a stării reale de fapt, ea fiind nevoită să facă loc unor reprezentări mult mai abstracte. Dacă dorim să ne facem o imagine despre felul particulelor elementare, nu mai putem face abstracţie în principiu de procesele fizice prin care primim informaţii despre ele. Când observăm obiecte ale experienţei noastre cotidiene, procesul fizic care mijloceşte observaţia joacă doar un rol subordonat. La cele mai mici elemente constitutive ale materiei însă, orice proces de observare generează o perturbare majoră; nici nu se mai poate

vorbi de comportamentul particulei, desprins de procesul de observare. Acest lucru are drept consecinţă faptul că legile naturii pe care le formulăm matematic prin teoria cuantică nu mai tratează despre particulele elementare în sine, ci despre cunoaşterea noastră a particulelor elementare. Întrebarea privind existenţa acestor particule „în sine" în spaţiu şi timp nu mai poate fi pusă sub această formă, deoarece putem vorbi mereu doar despre procesele care se desfăşoară atunci când prin interacţiunea particulei elementare cu alte sisteme fizice, de exemplu cu aparatele de măsură, se doreşte relevarea comportamentului particulei. Reprezentarea realităţii obiective a particulelor elementare s-a volatilizat într-o manieră stranie, nu în ceaţa unei reprezentări tulburi sau neînţelese a realităţii, ci în limpezimea transparentă a unei matematici care nu mai ilustrează comportamentul particulei elementare, ci cunoaşterea noastră despre acest comportament. Fizicianul din domeniul fizicii atomice a fost nevoit să se mulţumească cu faptul că ştiinţa lui este doar o verigă în lanţul nesfârşit al confruntărilor omului cu natura, *că (această ştiinţă) nu poate însă vorbi de natura „în sine" pur şi simplu.* Ştiinţele naturii presupun din totdeauna omul, iar noi trebuie să fim conştienţi, aşa cum a spus Bohr, de faptul că nu suntem doar spectatori, ci şi actori în spectacolul vieţii.

## 2. Tehnica

### a) Interacţiunea dintre tehnică şi ştiinţele naturii

Înainte de a vorbi de consecinţele generale ale acestei noi situaţii din fizica modernă, să ne ocupăm de răspândirea tehnicii, ce merge mână în mână cu evoluţia ştiinţelor naturii, fiind mai importantă pentru viaţa practică de pe Pământ; abia această tehnică a propagat ştiinţele naturii, pornind dinspre Occident, pe tot globul, conferindu-i un loc central în gândirea epocii noastre. În acest proces evolutiv al ultimilor 200 de ani, tehnica a fost mereu premisa şi rezultatul ştiinţelor naturii. Ea este premisa pentru că o dezvoltare şi aprofundare a ştiinţelor naturii se poate materializa adeseori

doar printr-o perfecţionare a mijloacelor de observare; se poate aminti descoperirea telescopului şi a microscopului sau descoperirea razelor Roentgen. Pe de altă parte, tehnica este urmarea ştiinţelor naturii deoarece exploatarea tehnică a forţelor naturii devine posibilă abia pe fondul unei cunoaşteri profunde a domeniului experimental respectiv.

Astfel s-a dezvoltat, mai întâi în secolul al XVIII-lea şi la începutul de secol XIX, o tehnică care se bazează pe exploatarea proceselor mecanice. Aici maşina imită adeseori activitatea mâinii omului, fie că este vorba despre tors şi ţesut, despre ridicarea unor greutăţi sau despre forjarea unor piese metalice mari. De aceea această formă a tehnicii a fost resimţită la început ca o continuare şi extindere a vechiului meşteşug; celui neiniţiat ea îi apărea la fel de inteligibilă şi limpede ca şi vechiul meşteşug însuşi, ale cărei principii le cunoştea fiecare, chiar dacă nu putea să imite în detaliu mişcările acestuia. Acest caracter al tehnicii nu s-a modificat fundamental nici o dată cu introducerea maşinii cu aburi; în schimb tehnica, pornind de la acest moment s-a extins într-o măsură necunoscută până atunci, pentru că de acum forţele naturii înmagazinate în cărbune puteau fi puse în slujba omului şi puteau executa munca manuală a acestuia.

O schimbare hotărâtoare a caracterului tehnicii a avut loc însă abia o dată cu dezvoltarea electrotehnicii în cea de-a doua jumătate a secolului trecut. Aici nu prea se mai poate vorbi de o legătură nemijlocită cu vechiul meşteşug. Era vorba mai ales despre exploatarea forţelor naturii, care nu prea îi erau cunoscute omului din experienţa nemijlocită în natură. De aceea, electrotehnica mai are chiar şi astăzi pentru mulţi oameni un caracter straniu; ea este adeseori resimţită ca un lucru neînţeles, deşi ne înconjoară pretutindeni. Firele de înaltă tensiune de care nu ai voie să te apropii ne dau o oarecare lecţie observabilă despre noţiunea câmpului de forţe, pe care ştiinţele naturii îl utilizează aici; dar acest domeniu al naturii ne rămâne, în fond, străin. A căuta în interiorul unui

aparat electric complicat este uneori neplăcut, aşa cum neplăcut este să asişti la o intervenţie chirurgicală.

Tehnica chimică ar putea fi privită din nou ca o prelungire a unor vechi ramuri de meserii; ne gândim la vopsitorii, tăbăcării şi farmacii. Dar nici aici dimensiunile tehnicii chimice, dezvoltată din nou de pe la începutul secolului, nu permit nici o comparaţie cu situaţiile anterioare. În tehnica atomică, în sfârşit, este vorba în totalitate despre exploatarea unor forţe ale naturii, la care nu se poate ajunge din lumea experienţei naturale. Poate că şi această tehnică ne va fi cândva la fel de accesibilă cum este electrotehnica pentru omul modern, despre care nu-ţi mai poţi închipui că ar putea lipsi din mediul ambiant al acestuia. Dar nici obiectele care ne înconjoară zi cu zi încă nu devin prin aceasta *un fragment de natură* în sensul originar al cuvântului. Poate că mai târziu, numeroasele aparate tehnice vor face parte inevitabil din viaţa omului, aşa cum casa melcului ţine de melc şi pânza ţine de păianjen. *Dar şi atunci aparatele ar fi mai degrabă părţi ale organismului nostru uman* decât părţi ale naturii ce ne înconjoară.

**b) Intervenţia tehnicii în raportul naturii faţă de om**

Astfel, prin faptul că îi transformă într-o mare măsură mediul înconjurător, aducându-i necontenit şi inevitabil în faţa ochilor aspectul ştiinţific al lumii, tehnica intervine adânc în raportul naturii faţă de om. Pretenţia ştiinţelor naturii de a putea să se extindă în întregul cosmos printr-o metodă care selecţionează şi radiografiază de fiecare dată particularul, progresând astfel de la corelaţie la corelaţie, se oglindeşte în tehnică, care pătrunde pas cu pas în mereu alte domenii, transformă lumea înconjurătoare sub ochii noştri şi îi imprimă astfel imaginea noastră. Aşa cum în ştiinţele naturii fiecare problemă particulară se subordonează sarcinii mai înalte de a înţelege natura în întregul ei, la fel şi fiecare progres tehnic mai mic se subordonează scopului general de a extinde dominaţia materială a omului. Valoarea acestui scop este la fel de puţin pusă la îndoială ca şi valoarea cunoaşterii naturii în ştiinţele

naturii, ambele scopuri contopindu-se într-unul singur în sloganul banal „Cunoaşterea înseamnă putere". Deşi subordonarea faţă de scopul comun poate fi demonstrată cu certitudine pentru fiecare proces tehnic particular, este desigur la fel de caracteristic pentru întreaga evoluţie faptul că procesul tehnic particular este corelat adesea într-un mod atât de indirect cu scopul general, încât nu prea poate fi considerat mai mult decât ca o parte a unui plan conştient în vederea atingerii acestui scop. În asemenea situaţii tehnica nu prea mai apare ca produs al eforturilor umane conştiente de extindere a dominaţiei materiale, ci mai degrabă ca un proces biologic în mare, la care structurile ce sălăşluiesc în organismul uman sunt transferate într-o măsură tot mai mare asupra mediului înconjurător al omului; un proces biologic deci, care este ca atare sustras de sub controlul omului; pentru că „omul poate desigur să facă ceea ce vrea, dar nu poate să voiască ceea ce vrea".

## 3. Ştiinţele naturii ca parte a interacţiunii dintre om şi natură

### a) Tehnica şi schimbările modurilor de viaţă

În acest context s-a spus adeseori că modificările profunde ale mediului nostru înconjurător şi ale modului de viaţă în era tehnică ar fi reconfigurat şi gândirea noastră într-o manieră periculoasă şi că aici ar trebui căutată originea crizelor de care este zguduit timpul nostru, crize care se manifestă de exemplu şi în arta modernă. Această remarcă este desigur mult mai veche decât tehnica şi ştiinţele naturii din epoca modernă; pentru că tehnica şi maşinile au existat într-o formă primitivă cu mult înainte, astfel încât oamenii vremurilor de mult apuse erau obligaţi să mediteze la astfel de întrebări. Cu două milenii şi jumătate înainte, înţeleptul chinez Djuang Dsi, de exemplu, a vorbit deja despre pericolele utilizării maşinilor. Aş dori să citez aici un pasaj din scrierile lui, important pentru tema noastră:

„Pe când Dsi Gung trecea prin partea de nord a râului Han, a văzut un bătrân ce trebăluia în grădina sa de zarzavaturi. El săpase şanţuri pentru irigaţii. Cobora în adâncul fântânii şi scotea de acolo un vas plin cu apă, pe care-l vărsa. Se ostenea pe cât îl ţineau puterile, dar realiza totuşi puţin.

Dsi Gung spuse: există un dispozitiv cu care se pot iriga într-o zi sute de şanţuri. Cu puţin efort se reuşeşte mult. Nu aţi dori să-l folosiţi? Grădinarul se îndreptă din şale, îl privi şi spuse: şi care ar fi acesta?

Dsi Gung spuse: se ia o pârghie de lemn, grea în spate şi uşoară în faţă. În acest fel apa poate fi scoasă să se reverse. Aceasta este fântâna cu ciutură.

Bătrânul se supără foc şi spuse râzând: L-am auzit pe dascălul meu spunând: atunci când cineva foloseşte maşini, el îşi face toate treburile sale ca o maşină; cel ce-şi face treburile ca o maşină ajunge să aibă o inimă ca de maşină. Atunci însă când cineva are în piept o inimă ca de maşină, el va pierde simplitatea pură. Cel ce şi-a pierdut simplitatea pură, acela devine şovăielnic în pornirile spiritului. Şovăiala în pornirile spiritului este un lucru care nu se împacă cu cugetul drept: nu că n-aş cunoaşte astfel de lucruri, mi-e ruşine însă să le aplic."

Fiecare dintre noi simte că această veche povestire conţine o mare parte de adevăr; „şovăiala în pornirile spiritului" este poate una din descrierile cele mai potrivite pe care o putem da stării în care se află omul în criza noastră actuală: tehnica, maşina s-au răspândit într-o asemenea măsură în lume că nici un înţelept chinez n-ar fi putut-o bănui, şi totuşi chiar şi după două mii de ani au apărut frumoase opere de artă, iar simplitatea sufletului despre care vorbeşte filosoful nu s-a pierdut nicicum, afirmându-se de-a lungul secolelor ba mai slab, ba mai puternic, devenind mereu din nou fertilă. În fond, ridicarea seminţiei umane s-a realizat tot prin dezvoltarea uneltelor; prin urmare, nu tehnica în sine poate fi cauza faptului că în vremea noastră conştiinţa legăturii s-a pierdut în multe locuri.

Se va ajunge poate mai aproape de adevăr, dacă pentru multe din dificultăţi se va face răspunzătoare, neaşteptata şi – în comparaţie cu schimbările de mai înainte – extraordinar de rapida răspândire a tehnicii din ultimii cincizeci de ani, deoarece această rapiditate a schimbărilor, spre deosebire de secolele trecute, nu i-a lăsat timp omenirii să se adapteze la noile condiţii de viaţă. Dar nici cu aceasta încă nu s-a explicat corect, sau încă nu complet, de ce epoca noastră pare a se afla în faţa unei situaţii cu totul noi, pentru care nu putem găsi în istorie vreun echivalent.

**b) Omul mai stă doar faţă în faţă cu sine însuşi**

Deja de la început a fost vorba despre faptul că transformările din fundamentele ştiinţelor moderne ale naturii pot fi privite probabil ca un simptom pentru strămutările din temeliile existenţei noastre, care apoi se manifestă simultan în multe locuri, fie în schimbările felului nostru de viaţă şi ale obiceiurilor de gândire, fie în catastrofele exterioare, războaie sau revoluţii. Dacă încercăm să ajungem, plecând de la situaţia existentă în ştiinţele moderne ale naturii, la temeliile puse în mişcare, atunci vom avea impresia că poate raporturile nu sunt simplificate prea grosier dacă se spune că *pentru prima dată în decursul istoriei omul pe acest Pământ se mai află doar faţă în faţă cu sine însuşi,* că nu mai găseşte alţi parteneri sau adversari. Acest lucru este mai întâi valabil, într-o manieră cât se poate de banală, în lupta omului cu pericolele externe. Înainte omul era ameninţat de animale sălbatice, de boli, de foamete, de frig şi alte stihii naturale, iar în această confruntare orice extindere a tehnicii însemna o întărire a poziţiei omului, deci un progres. În vremea noastră, când Pământul este tot mai populat, îngrădirea posibilităţilor de viaţă şi prin aceasta ameninţarea vin în primul rând de la ceilalţi oameni, care îşi manifestă şi ei dreptul la bunurile Pământului. În această confruntare însă, răspândirea tehnicii nu mai trebuie să fie un progres. Propoziţia potrivit căreia omul se mai află doar faţă în faţă cu sine însuşi este valabilă însă în era tehnicii într-un sens încă mult mai larg. În epocile trecute,

omul se vedea faţă în faţă cu natura; natura populată de fiinţe de tot felul era o împărăţie care trăia după propriile ei legi şi în care omul trebuia cumva să se integreze. În vremea noastră însă trăim într-o lume atât de mult transformată de om, încât pretutindeni, fie că mânuim aparatele vieţii cotidiene, fie că mâncăm o hrană preparată de maşini sau păşim prin peisajul transformat de către om, ne lovim permanent de structurile generate de om, astfel încât ne întâlnim mereu, într-un anume sens, doar pe noi înşine. Desigur, există părţi în lume unde acest proces încă nu s-a încheiat defel, dar în această privinţă, mai devreme sau mai târziu, dominaţia omului ar trebui să fie deplină.

Această situaţie nouă ni se înfăţişează cel mai pregnant în ştiinţele moderne ale naturii, în care, aşa cum am descris mai înainte, se relevă faptul că elementele de construcţie ale materiei, care iniţial erau considerate a fi ultima realitate obiectivă, nu mai pot fi absolut deloc privite „în sine", că ele se sustrag vreunei fixări obiective în spaţiu şi timp, şi că în fond numai cunoaşterea noastră despre aceste particule o putem face obiect al ştiinţei. Scopul cercetării nu mai este deci cunoaşterea atomilor şi a mişcării acestora „în sine", deci desprins de poziţia noastră interogativă experimentală; ne aflăm mai degrabă, de la bun început, în centrul confruntării dintre natură şi om, în care ştiinţele naturii sunt doar o parte, astfel încât împărţirea curentă a lumii în subiect şi obiect, lume interioară şi lume exterioară, corp şi suflet nu se mai potriveşte şi creează dificultăţi. Nici în ştiinţele naturii *obiectul cercetării nu mai este natura în sine, ci natura expusă poziţiei interogative umane,* omul întâlnindu-se şi aici, din nou, pe sine însuşi.

Epoca noastră are evident sarcina de a se resemna în faţa acestei noi situaţii în toate sferele vieţii; abia atunci când acest lucru va reuşi, omul poate regăsi „siguranţa în pornirile spiritului", despre care vorbeşte filosoful chinez. Drumul spre această ţintă va fi lung şi istovitor, şi nu ştim ce popasuri ale suferinţei ascunde. Dar dacă se caută semne despre cum va arăta acest drum în

continuare, fie permis să ne mai amintim încă o dată de exemplul ştiinţelor exacte ale naturii.

### c) Noua noţiune de adevăr ştiinţific

În noua teorie a fizicii cuantice lumea s-a resemnat în faţa situaţiei descrise atunci când s-a reuşit reprezentarea ei matematică, putându-se astfel spune pentru fiecare caz în parte, în mod clar şi fără pericolul unor contradicţii logice, cum va arăta rezultatul unui experiment. S-a ajuns deci la resemnare în faţa noii situaţii în momentul în care neclarităţile au fost înlăturate. Oricum, formulele matematice nu mai ilustrează natura, ci cunoştinţele noastre despre natură, renunţându-se în acest sens la maniera de descriere a naturii, familiară de secole, care cu puţine decenii mai devreme ar fi fost considerată ca fiind scopul de la sine înţeles al tuturor ştiinţelor exacte ale naturii. Deocamdată se poate spune doar că resemnarea a avut loc în domeniul fizicii atomice moderne pentru că experienţele pot fi reprezentate corect. Când e vorba de interpretarea filosofică a teoriei cuantice, părerile diferă, ici-colo fiind auzită opinia că această nouă formă a descrierii naturii ar fi încă nesatisfăcătoare, deoarece n-ar corespunde idealului anterior al adevărului ştiinţific, ea trebuind să fie înţeleasă doar ca simptom al crizei epocii noastre şi în nici un caz ca ceva definitiv.

Va fi util în acest context să lămurim *noţiunea de adevăr ştiinţific* în genere *şi să întrebăm, după* criteriile acestuia, când o cunoaştere ştiinţifică poate fi numită consecventă şi definitivă. Mai întâi un criteriu mai mult exterior: atât timp cât un domeniu al vieţii spirituale se dezvoltă permanent şi fără ruptură în interior, pentru omul particular care lucrează în acest domeniu apar întrebări particulare, bunăoară probleme meşteşugăreşti, a căror soluţionare nu este desigur scop în sine, dar pare să prezinte o valoare în interesul marelui context, singurul important. Aceste probleme particulare sunt deja puse, ele nu trebuie să fie mai întâi căutate, iar prelucrarea lor este premisa pentru colaborarea în vederea marelui context. Astfel, de exemplu, sculptorii Evului Mediu au

făcut eforturi pentru a reda cât mai bine cutele de pe veşminte, iar soluţionarea acestei probleme particulare a fost necesară pentru că şi cutele de pe veşmintele sfinţilor se situau în marele context religios, la care se făcea de fapt referire. În ştiinţele moderne ale naturii s-au pus şi se pun întrebări particulare într-o manieră asemănătoare, prelucrarea acestora constituind premisa pentru înţelegerea marelui context. Aceste întrebări s-au pus mereu de la sine chiar şi în procesul de dezvoltare din ultimii cincizeci de ani, ele n-au trebuit să fie căutate, scopul fiind mereu acelaşi mare context al legilor naturii. Astfel, privind complet din afară, nu se constată nici un motiv pentru vreo ruptură în continuitatea ştiinţelor exacte ale naturii.

În ceea ce priveşte caracterul definitiv al rezultatelor trebuie amintit faptul că în domeniul ştiinţelor exacte ale naturii au existat pentru anumite domenii experimentale, strict delimitate, mereu soluţii definitive. De exemplu, întrebările care se pot pune în legătură cu noţiunile mecanicii lui Newton şi-au dobândit răspunsurile lor valabile pentru toate timpurile prin legile lui Newton, precum şi prin concluziile matematice derivate din ele. Aceste soluţii nu depăşesc însă cadrul noţiunilor mecanicii newtoniene şi al problematicii acesteia. De aceea teoria electricităţii, de exemplu, nu mai era accesibilă unei analize bazate pe aceste noţiuni. Astfel, în cadrul cercetării acestui nou domeniu experimental au rezultat din nou alte sisteme conceptuale cu ajutorul cărora au putut fi definitiv formulate matematic legile naturii teoriei electricităţii. Cuvântul „definitiv" în contextul ştiinţelor exacte ale naturii înseamnă, în mod evident, că există întotdeauna sisteme de noţiuni şi legi, unitare şi reprezentabile matematic, care se potrivesc la diverse domenii experimentale, fiind valabile în cadrul lor pretutindeni în cosmos şi nefiind capabile de vreo schimbare sau îmbunătăţire; şi că nu e de aşteptat ca aceste noţiuni şi legi să fie adecvate pentru reprezentarea noilor domenii experimentale de mai târziu. Numai în acest sens restrâns deci, noţiunile şi legile teoriei cuantice pot fi caracterizate drept

definitive, şi doar în acest sens restrâns se poate întâmpla în genere ca cunoaşterea ştiinţifică să se fixeze definitiv în limbajul matematic sau în oricare alt limbaj.

În mod asemănător, se admite şi în unele filosofii ale dreptului că ar exista mereu ansamblul legilor care constituie sistemul juridic, dar că în genere, la un caz juridic nou, el trebuie căutat, că sistemul juridic stabilit scriptic cuprinde mereu doar domenii limitate, fără a putea avea întotdeauna caracter de obligativitate. Şi ştiinţele exacte ale naturii pornesc de asemenea de la faptul că, în cele din urmă, chiar şi în fiecare nou domeniu experimental va fi întotdeauna posibil să înţelegi natura; că nu e stabilit dinainte ce înseamnă cuvântul „a înţelege" şi că această cunoaştere a naturii specifică epocilor trecute, fixată în formule matematice, este în fond „definitivă", dar în nici un caz întotdeauna aplicabilă. Tocmai această stare de lucruri este cea care face imposibilă fundamentarea profesiunilor de credinţă, care trebuie să fie obligatorii pentru comportarea în viaţă, doar pe cunoaşterea ştiinţifică; căci fundamentarea ar putea avea loc doar prin cunoaşterea ştiinţifică fixată, iar aceasta este aplicabilă doar în domenii restrânse ale cunoaşterii. Afirmaţia care stă adeseori la începutul profesiunilor de credinţă apărute în timpul nostru, afirmaţie potrivit căreia în cazul lor n-ar fi vorba despre credinţă ci despre cunoştinţe fundamentate ştiinţific, conţine deci o contradicţie interioară şi se bazează pe autoînşelare.

Totuşi această cunoaştere nu trebuie să ducă în mod eronat la subestimarea soliditătii temeiului pe care este ridicat edificiul ştiinţelor exacte ale naturii. Noţiunea de adevăr ştiinţific care stă la baza ştiinţelor naturii poate include tipuri extrem de diferite de înţelegere a naturii. Astfel, pe el se bazează, pe lângă ştiinţele naturii secolelor trecute, şi fizica atomică modernă; de aici reiese faptul că ne putem resemna şi în faţa situaţiei în care o obiectivare a procesului naturii nu mai este posibilă, şi că putem face ca relaţia noastră cu natura să fie pe potriva acestei situaţii.

Dacă se poate vorbi despre imaginea naturii din ştiinţele exacte ale naturii din vremea noastră, atunci nu mai este vorba propriu-zis despre o imagine a naturii, ci despre *o imagine a relaţiilor noastre cu natura*. Vechea structurare a lumii într-o derulare obiectivă în spaţiu şi timp, pe de o parte, şi sufletul în care se oglindeşte această derulare, pe de altă parte, deci diferenţierea carteziană dintre *res cogitans* şi *res extensa* nu se mai potriveşte ca punct de plecare pentru înţelegerea ştiinţelor moderne ale naturii. În orizontul acestei ştiinţe se situează mai degrabă reţeaua de relaţii dintre om şi natură, a corelaţiilor prin care noi, ca fiinţe corporale, suntem elemente dependente ale naturii şi prin care noi le transformăm totodată, ca oameni, în obiect al gândirii şi acţiunii noastre. Ştiinţele naturii nu mai contemplă natura, ci se recunosc ca parte însăşi a acestei interacţiuni dintre om şi natură. Metoda ştiinţifică a selecţionării, interpretării şi clasificării devine conştientă de limitele care-i sunt impuse prin faptul că folosirea metodei modifică şi restructurează obiectul, astfel încât metoda nu se mai poate distanţa de obiect. *Imaginea lumii specifică ştiinţelor naturii încetează astfel de a mai fi una propriu-zis de tipul ştiinţelor naturii.*

### d) Conştiinţa pericolului situaţiei noastre

Prin clarificarea acestor paradoxuri într-un domeniu ştiinţific restrâns s-a câştigat, evident, foarte puţin pentru situaţia generală a timpului nostru, în care noi, pentru a repeta o simplificare utilizată mai sus, ne aflăm deodată faţă în faţă în primul rând cu noi înşine. Speranţa ca răspândirea dominaţiei materiale şi spirituale a omului să fie întotdeauna un progres află în această situaţie o limită, chiar dacă pentru început nu foarte vizibilă, iar pericolele devin cu atât mai mari cu cât valul de optimism purtat de credinţa în progres izbeşte această stavilă. Poate că pericolul despre care este vorba aici mai poate fi clarificat printr-o altă imagine. Împreună cu răspândirea aparent nelimitată a dominaţiei sale materiale, omenirea ajunge în situaţia unui căpitan a cărui navă este construită dintr-o cantitate atât de mare de oţel şi fier încât acul magnetic al

busolei sale mai indică doar masa metalică a vaporului său şi nu nordul. Cu un astfel de vapor nu se mai poate atinge nici o ţintă, el va naviga doar în cerc, fiind la discreţia vântului şi a curenţilor. Dar pentru a aminti din nou de situaţia din fizica modernă: pericolul de fapt există doar atât timp cât căpitanul nu ştie că această busolă a sa nu mai reacţionează la forţele magnetice ale Pământului. Din momentul în care s-au clarificat lucrurile, pericolul poate fi considerat ca fiind deja pe jumătate înlăturat. Acel căpitan care nu doreşte să navigheze în cerc, ci să atingă o ţintă cunoscută sau necunoscută, va găsi căi şi mijloace de a hotărî direcţia vaporului său. El va utiliza tipuri noi, moderne de busole care nu reacţionează la masa metalică a vaporului, sau se va orienta, ca în timpurile străvechi, după stele. Desigur că nu vom putea hotărî dacă stelele sunt vizibile sau nu; în plus, în vremea noastră acestea se văd poate doar arareori. Dar în orice caz, conştiinţa faptului că speranţa în credinţa progresului va afla o limită include deja dorinţa de a nu naviga în cerc, ci de a atinge o ţintă. În măsura în care se ajunge la o claritate privind această limită, ea poate fi considerată ca prim popas în funcţie de care ne putem reorienta. Poate că din comparaţia cu ştiinţele moderne ale naturii se poate nutri speranţa că aici ar putea fi vorba despre o limită pentru anumite forme de răspândire a domeniului de viaţă uman, nu însă de o limită pentru acest domeniu de viaţă în genere. Spaţiul în care omul se dezvoltă ca fiinţă spirituală are mai multe dimensiuni decât cel în care s-a extins în ultimele secole. De aici ar rezulta că acceptarea conştientă a acestei limite va duce în intervale temporale mai lungi la o anume stabilizare, în care cunoştinţele şi forţele creatoare ale omului se vor ordona din nou de la sine în jurul unui centru comun.

# II. FIZICA ATOMICĂ ŞI LEGEA CAUZALITĂŢII

Între cele mai interesante efecte generale ale fizicii atomice moderne se numără modificările care s-au petrecut prin interferenţa acesteia cu noţiunea de legitate a naturii. În ultimii ani s-a vorbit adeseori de faptul că fizica atomică modernă ar anula legea cauzei şi efectului, sau ar scoate-o cel puţin parţial din uz, astfel încât nu s-ar mai putea vorbi propriu-zis de o determinare de tipul legităţii naturii a proceselor. De asemenea se spune uneori pur şi simplu că principiul cauzalităţii n-ar fi compatibil cu teoria atomică. Numai că astfel de formulări rămân mereu neclare atâta timp cât noţiuni ca legitate şi cauzalitate nu sunt suficient limpezite. De aceea aş dori în continuare să vorbesc pe scurt despre evoluţia istorică a acestor noţiuni. Voi aprofunda apoi relaţiile care s-au stabilit între fizica atomică şi principiul cauzalităţii cu mult înainte de teoria cuantică. În continuare voi lămuri efectele teoriei cuantice şi voi vorbi despre dezvoltarea fizicii atomice în ultimii ani. Privitor la această evoluţie puţine au ajuns să fie date publicităţii până în prezent, dar se pare că şi din partea ei ne putem aştepta la feedback-uri în domeniul filosofiei.

## 1. Noţiunea de cauzalitate

Utilizarea noţiunii de cauzalitate în cadrul legii cauzei şi efectului este încă relativ tânără din punct de vedere istoric. În filosofia mai timpurie cuvântul *causa* avea o semnificaţie mult mai largă ca acum. S-a vorbit, de exemplu în *scolastică*, pornind de la Aristotel, de patru forme ale „cauzei". Acolo apare *causa formalis*, care s-ar numi astăzi structura sau conţinutul spiritual al unui obiect; *causa materialis*, adică substanţa din care se compune un obiect, *causa finalis*, scopul în care se creează un obiect, şi în final *causa efficiens*. Numai *causa efficiens* corespunde oarecum celei pe care astăzi o numim cauză.

Modificarea noţiunii de *causa* în conceptul contemporan de cauză s-a petrecut de-a lungul secolelor, în strânsă legătură cu schimbarea întregii realităţi sesizate de oameni şi cu apariţia ştiinţelor naturii la începutul epocii moderne. În aceeaşi măsură în care procesul material câştiga în realitate, şi cuvântul *causa* se referea la evenimentul material care premergea evenimentul ce era de explicat, generându-l oarecum. De aceea şi la Kant, care în fond în multe locuri trage pur şi simplu concluziile filosofice din dezvoltarea ştiinţelor naturii de la Newton încoace, cuvântul cauzalitate este formulat aşa cum ne-am obişnuit din secolul al XIX-lea: „Atunci când aflăm că se întâmplă ceva, presupunem întotdeauna că există ceva care îl premerge, de unde conform unei reguli acest ceva urmează". Astfel, treptat, principiul cauzalităţii a fost restrâns şi a ajuns în final să fie echivalent cu aşteptarea ca evenimentul în natură să fie determinat univoc, deci echivalent cu aşteptarea ca exacta cunoaştere a naturii sau a unui anumit segment al acesteia să fie, cel puţin în principiu, suficientă pentru a determina în mod anticipat viitorul. Fizica newtoniană era astfel structurată, încât dintr-o stare a unui sistem într-un anumit moment se puteau face calcule privind mişcarea viitoare a sistemului. Intuiţia că acest lucru se petrece în natură în general în acest mod a fost exprimată poate cel mai general şi comprehensibil de către Laplace prin ficţiunea unui demon care la un anumit moment dat cunoaşte poziţia şi mişcarea tuturor atomilor şi care apoi ar trebui să fie capabil să prefigureze prin calcul tot viitorul lumii. Atunci când se interpretează cuvântul cauzalitate atât de îngust, se vorbeşte şi despre „determinism" cu referire la faptul că există legi stabile ale naturii care determină starea viitoare a unui sistem din cea prezentă.

## 2. Legitatea statistică

Fizica atomică a elaborat de la bun început reprezentări care de fapt nu se potrivesc cu această concepţie. Ele n-o contrazic

fundamental, însă modul de gândire al teoriei atomice a trebuit să se diferenţieze de la început de modul de gândire al determinismului. În teoria atomistă antică a lui Democrit şi Leucip se presupune că procesele la scară mare iau naştere datorită faptului că au loc o sumedenie de procese neregulate la scară mică. Pentru faptul că acest lucru poate fi în fond aşa există nenumărate exemple în viaţa cotidiană. Pentru un agricultor, bunăoară, este suficient să constate că un nor îşi varsă stropii şi irigă pământul, şi nu interesează pe nimeni cum anume exact au căzut stropii de apă. Sau un alt exemplu: ştim exact ce se înţelege prin cuvântul granit, chiar dacă forma precum şi compoziţia chimică a micilor cristale individuale, raportul lor de amestecare şi culoare nu sunt cunoscute cu precizie. Utilizăm deci mereu noţiuni care se referă la comportamentul la scară mare, fără a ne interesa de procesele individuale la scară mică.

Această idee a acţiunii statistice comune a unor mici evenimente particulare a fost deja în teoria atomistă antică temeiul interpretării lumii, ajungându-se prin generalizare la ideea că toate calităţile senzoriale ale substanţelor ar fi provocate indirect prin dispunerea şi mişcarea atomilor. Deja la Democrit găsim propoziţia: „Un lucru este doar aparent dulce sau amar, numai aparent are o culoare, în realitate există doar atomii şi spaţiul gol." Dacă procesele perceptibile senzorial sunt explicate în această manieră prin cooperarea unui număr foarte mare de procese particulare la scară mică, atunci e aproape obligatoriu să considerăm legităţile naturii ca fiind doar legităţi statistice. De fapt şi legităţile statistice pot conduce la enunţuri al căror grad de probabilitate să fie atât de ridicat, încât să se apropie de certitudine. Dar, în principiu, pot exista mereu excepţii. Noţiunea de legitate statistică este adeseori resimţită ca fiind contradictorie. Se spune, de exemplu, că ne putem imagina că procesele din natură ar fi determinate legic, sau că ele s-ar derula complet neregulat, dar nu ne putem imagina nimic prin legitate statistică. În schimb, trebuie amintit faptul că în viaţa cotidiană avem de-a face la fiecare pas cu legităţi statistice, care

devin baza activităţii noastre practice. Atunci când, de exemplu, un tehnician construieşte o hidrocentrală, el ia în calcul o cantitate medie anuală de precipitaţii, deşi nu poate avea habar de cât va ploua şi când.

Legităţile statistice înseamnă, de obicei, că se cunoaşte doar incomplet sistemul fizic respectiv. Cel mai cunoscut exemplu este jocul de zaruri. Deoarece nici o latură a zarului nu este avantajată faţă de alta şi, deci, nu putem în nici un fel să prevedem pe ce parte va cădea, se poate presupune că dintr-un mare număr de aruncări tocmai a şasea parte arată cam 5 puncte.

Deja la începutul epocii moderne s-a încercat explicarea comportamentului substanţelor prin comportamentul statistic al atomilor acestora, nu numai calitativ ci şi cantitativ. Robert Boyle a arătat că relaţiile dintre presiune şi volum într-o substanţă gazoasă ar putea fi înţelese dacă se explică presiunea prin numărul mare de lovituri ale atomilor individuali pe peretele vasului. Într-un mod asemănător s-au explicat fenomenele termodinamice, presupunându-se că atomii se mişcă mai repede într-un corp cald decât într-unul rece. S-a reuşit să i se dea acestui enunţ o formă matematic-cantitativă, făcându-se astfel comprehensibile legile teoriei calorice.

Această utilizare a legităţilor statistice şi-a dobândit forma definitivă în cea de-a doua jumătate a secolului trecut prin aşa-numita *mecanică statistică*. În cadrul acestei teorii care, în ceea ce priveşte legile fundamentale, porneşte pur şi simplu de la mecanica newtoniană, s-au analizat consecinţele apărute dintr-o cunoaştere incompletă a unui sistem mecanic complicat. Nu s-a renunţat în principiu la determinismul pur şi s-a crezut că în particular evenimentul ar fi determinat complet după mecanica newtoniană. S-a adăugat însă ideea că proprietăţile mecanice ale sistemului n-ar fi pe deplin cunoscute. Gibbs şi Boltzmann au reuşit să cuprindă în formule matematice în mod real tipul de cunoaştere incompletă, iar Gibbs în special a putut să arate că noţiunea de temperatură este strâns legată tocmai de caracterul incomplet al

cunoaşterii. Dacă cunoaştem temperatura unui sistem, atunci acest lucru înseamnă că sistemul este unul dintr-un grup de sisteme cu drepturi egale. Acest grup de sisteme poate fi cu precizie descris matematic, nu însă şi sistemul special despre care este vorba. Prin aceasta Gibbs făcuse un pas înainte, de fapt pe jumătate inconştient, pas care mai târziu a atras după sine cele mai importante consecinţe. Gibbs a introdus pentru prima dată o noţiune fizică care poate fi aplicată asupra unui obiect din natură doar atunci când cunoaşterea noastră a obiectului este incompletă. Dacă, de exemplu, mişcarea şi poziţia tuturor moleculelor într-o substanţă gazoasă ar fi cunoscute, atunci n-ar mai avea nici un sens să vorbim despre temperatura substanţei gazoase. Noţiunea de temperatură poate fi utilizată când sistemul este incomplet cunoscut şi când se doreşte tragerea unor concluzii statistice din această cunoaştere incompletă.

## 3. Caracterul statistic al teoriei cuantice

Deşi de la descoperirile lui Gibbs şi Boltzmann s-a admis că în acest fel putem obţine cunoaşterea incompletă a sistemului în formularea legilor fizicii, în principiu determinismul nu a fost abandonat până la descoperirea vestită a lui Max Planck, prin care a debutat teoria cuantică. În primă instanţă, Planck găsise în lucrarea sa despre teoria radiaţiilor doar un element de neregularitate în fenomenele radiaţiilor. El arătase că un atom care radiază nu-şi eliberează energia continuu, ci în puseuri neregulate. Această emisie de energie neregulată în puseuri duce din nou, ca şi toate reprezentările teoriei atomice, la presupunerea că emisia de radiaţii ar fi un fenomen statistic. Dar abia în decursul ultimelor două decenii şi jumătate s-a constatat *că teoria cuantică ne obligă într-adevăr să formulăm legile tocmai ca legi statistice* şi să abandonăm principial determinismul. Începând cu lucrările lui Einstein, Bohr şi Sommerfeld, teoria lui Planck s-a dovedit a fi cheia cu care se poate deschide poarta către domeniul general al fizicii atomice. Cu ajutorul modelului atomului al lui Rutherford-Bohr s-au putut

explica procesele chimice, chimia, fizica şi astrofizica contopindu-se de acum într-o unitate. Însă pentru formularea matematică a legilor teoriei cuantice a fost nevoie să se renunţe la determinismul pur. Deoarece nu pot vorbi aici despre aceste abordări matematice, doresc doar să indic diferite formulări în care a fost exprimată situaţia stranie în faţa căreia fizicianul s-a văzut pus în fizica atomică. Pe de o parte, devierea de la fizica de mai înainte poate fi exprimată prin aşa-numitele relaţii de indeterminare. S-a constatat că nu este posibil să stabileşti concomitent locul şi viteza unei particule atomice cu o exactitate oarecare. Se poate măsura cu mare precizie locul, dar atunci dispare prin intervenţia instrumentului de observaţie cunoaşterea vitezei până la un anumit grad; invers, printr-o măsurare exactă a vitezei dispare cunoaşterea locului, astfel încât pentru produsul celor două inexactităţi se dă, prin constanta lui Planck, o limită inferioară. Oricum, această formulare arată că folosind noţiunile mecanicii newtoniene nu se poate ajunge mult mai departe, deoarece pentru calculul unei evoluţii mecanice trebuie să cunoşti simultan locul şi viteza într-un moment temporal precis, dar tocmai acest lucru ar fi imposibil conform teoriei cuantice. O altă formulare a fost dată de Niels Bohr, care a introdus *noţiunea* de *complementaritate*. El vrea să spună cu aceasta că deşi diverse imagini intuitive prin care descriem sistemele atomice sunt într-adevăr adecvate pentru anumite experimente, ele totuşi se exclud reciproc. Astfel, atomul lui Bohr, de exemplu, poate fi descris ca un sistem planetar la scară mică: în centru un nucleu atomic şi în afară electronii care înconjoară acest nucleu. Pentru alte experimente ar fi însă mai indicat să ne imaginăm că nucleul atomului este înconjurat de un sistem de unde statice, unde frecvenţa undelor este determinantă pentru radiaţia emisă de atom. În sfârşit, atomul poate fi privit şi ca un obiect al chimiei, se pot calcula temperaturile sale de reacţie la combinarea cu alţi atomi, dar atunci nu se poate spune concomitent ceva despre mişcarea electronilor. Aceste imagini diferite sunt deci corecte atunci când le aplicăm la locul corect, dar se contrazic una pe alta; de aceea

ele sunt considerate ca fiind complementare una față de cealaltă. Indeterminarea, care se leagă de fiecare din aceste imagini și care este exprimată prin relația de indeterminare, este deci suficientă pentru a evita contradicțiile logice dintre diversele imagini. Din aceste sugestii, și fără să recurgem la matematica teoriei cuantice se înțelege *că o cunoaștere incompletă a unui sistem trebuie să fie o componentă esențială a oricărei formulări a teoriei cuantice.* Legile teoriei cuantice trebuie să aibă caracteristici statistice. Să dăm un exemplu: știm că un atom de radiu poate emite radiații alfa. Teoria cuantică poate indica cu ce probabilitate pe unitatea de timp particula alfa părăsește nucleul; dar momentul temporal precis nu-l poate prezice, acesta este în principiu nedeterminat. Nici nu se poate presupune, de exemplu, că mai târziu vor mai fi găsite noi legități, care ne vor permite să determinăm precis acest moment temporal; pentru că, dacă așa ar sta lucrurile, nu s-ar mai putea înțelege cum particula alfa mai poate fi percepută ca o undă care părăsește nucleul atomului; ea poate fi demonstrată experimental ca fiind una. Diferitele experimente care demonstrează atât natura ondulatorie, cât și cea de particulă a materiei atomice ne obligă prin paradoxul lor la formularea legităților statistice. În cazul proceselor la scară mare acest element statistic al fizicii atomice nu joacă în general nici un rol, pentru că din legile statistice, pentru procesul la scară mare, urmează o probabilitate atât de mare încât practic se poate spune că procesul ar fi determinat. Însă există mereu cazuri în care fenomenul la scară mare depinde de poziția unuia sau a câtorva atomi; atunci și procesul la scară mare poate fi prezis doar statistic. Aș dori să explic acest lucru pe un exemplu cunoscut, dar neplăcut, și anume bomba atomică. În cazul unei bombe convenționale, din greutatea substanței explozive și din compoziția sa chimică se poate calcula puterea exploziei. În cazul bombei atomice se poate indica o limită inferioară și una superioară pentru puterea exploziei, dar un calcul prealabil precis al acestei forțe este în principiu imposibil, deoarece depinde de comportamentul câtorva atomi în procesul de aprindere.

În manieră asemănătoare există probabil şi în biologie procese – lucru asupra căruia Jordan a atras în mod special atenţia – la care evoluţiile la scară mare sunt dirijate de procesele atomilor individuali; acest lucru pare a se manifesta în special la mutaţiile genei în procesul de moştenire. Aceste două exemple ar trebui să lămurească consecinţele practice ale caracterului statistic al teoriei cuantice; şi această evoluţie este încheiată de peste două decenii şi nu se va putea presupune că în viitor, în acest punct, se va mai schimba ceva fundamental.

## 4. Istoria fizicii atomice mai recente

În anii din urmă, totuşi, s-a adăugat la problematica cauzalităţii încă un nou punct de vedere, care, aşa cum am relatat deja la început, provine din dezvoltarea cea mai recentă a fizicii atomice. Întrebările care se află acum în centrul interesului s-au formulat într-o succesiune logică din progresul lor din ultimii 200 ani; trebuie, de aceea, să mai revin o dată, pe scurt, la istoria fizicii atomice mai recente. La începuturile epocii moderne, noţiunea de atom se combinase cu cea a elementului chimic. O substanţă de bază era caracterizată prin faptul că din punct de vedere chimic nu se mai putea divide. Fiecărui element îi aparţine de aceea un anumit tip de atom. Un fragment din elementul carbon se compune din nenumăraţi atomi de carbon, un fragment al elementului fier, din nenumăraţi atomi de fier. Astfel exista constrângerea de a admite tot atâtea tipuri de atomi, câte elemente chimice există. Deoarece în final se cunoşteau 92 de elemente chimice diferite, trebuiau admise şi 92 de tipuri de atomi. O astfel de configurare este însă complet nesatisfăcătoare din punctul de vedere al premiselor fundamentale ale teoriei atomice. Nu trebuiau atomii iniţial, prin aşezarea şi mişcarea lor, să explice calităţile substanţelor? Această reprezentare are doar atunci o valoare explicativă reală, când toţi atomii sunt identici sau când există doar foarte puţine tipuri de atomi, deci atunci când atomii înşişi nu deţin nici

un fel de calităţi. Dacă suntem însă obligaţi să admitem 92 de tipuri diferite de atomi calitativ diferiţi, atunci n-am câştigat prea mult vizavi de enunţul că există de fapt obiecte calitativ diferite. Admiterea a 92 de mici particule, fundamental diferite, a fost demult resimţită ca fiind nesatisfăcătoare şi s-a bănuit că ar trebui să fie posibil să se ajungă de la aceste 92 de tipuri de atomi la un număr mai mic de (componente) particule elementare. S-a încercat, deci, de multă vreme să se perceapă atomii chimici, la rândul lor, ca fiind compuşi din puţine elemente. Cele mai vechi încercări de transformare a substanţelor chimice în altele au pornit mereu de la premisa că în ultimă instanţă materia ar fi unitară. Într-adevăr, în ultimii 50 de ani, s-a dovedit că atomii chimici sunt compuşi, şi anume doar din trei elemente fundamentale pe care le numim protoni, neutroni şi electroni. Nucleul atomului este format din protoni şi neutroni, iar acest nucleu al atomului este orbitat de un număr de electroni. Astfel, de exemplu, nucleul atomului de carbon este compus din 6 protoni şi 6 neutroni şi el este orbitat la o distanţă relativ mare de 6 electroni. În locul celor 92 de tipuri diferite de atomi au rămas prin dezvoltarea fizicii nucleare din anii treizeci, doar trei particule diferite din cele mai mici; deci teoria atomică a luat exact acea cale care-i era prescrisă prin premisele fundamentale. După ce s-a stabilit componenţa tuturor atomilor chimici din cele trei elemente fundamentale, trebuia să fie de asemenea posibil să transformi practic dintr-unul într-altul elementele chimice. Aşa cum se ştie, explicaţia fizicalistă a fost urmată curând de realizarea tehnică. De la *descoperirea fisiunii uraniului* de către Otto Hahn în anul 1938, precum şi de la dezvoltarea tehnică care i-a urmat, transformările de elemente pot fi realizate şi la scară mare.

Numai că în ultimele două decenii peisajul s-a complicat iarăşi. Pe lângă cele trei elemente numite: proton, neutron şi electron, deja în anii treizeci s-au mai descoperit şi altele, iar în anii din urmă numărul acestor particule a crescut înfricoşător. Este vorba aici tot de particule elementare, care spre deosebire de cele trei particule elementare sunt instabile, deci capabile să existe doar

pentru puţin timp. Dintre aceste particule, pe care le numim mezoni, una are o durată de viaţă de aproximativ o milionime de secundă, alta trăieşte doar a suta parte din acest timp, iar o a treia, fără sarcină electrică, chiar numai a suta miliardă parte dintr-o secundă. Până la această instabilitate însă, noile particule elementare se comportă foarte asemănător cu cele trei particule fundamentale, stabile ale materiei. În primul moment se creează impresia că vom fi din nou obligaţi să admitem un număr mare de particule elementare calitativ diferite, acest lucru nefiind în raport cu premisa fundamentală a fizicii atomice. În experienţele ultimilor ani s-a relevat însă faptul că particulele elementare se pot transforma în timpul ciocnirilor cu o mare descărcare de energie unele în altele. Atunci când două particule elementare cu mare energie cinetică se ciocnesc, în timpul ciocnirii se formează noi particule elementare, particulele iniţiale şi energia acestora transformându-se în materie nouă. Această stare de lucruri poate fi descrisă cel mai lesne când se spune că toate particulele se compun în esenţă din aceeaşi substanţă, ele fiind doar diferite stări staţionare ale uneia şi aceleiaşi materii. Şi cifra 3 a elementelor fundamentale se reduce încă o dată la cifra 1. *Există doar o singură materie unitară, dar ea poate exista în diferite stări staţionare discrete.* Unele din aceste stări sunt stabile, acestea sunt protoni, neutroni şi electroni, iar multe altele sunt instabile.

## 5. Teoria relativităţii şi dizolvarea determinismului

Deşi nu ne mai putem îndoi, pe baza rezultatelor experimentale ale anilor trecuţi, că fizica atomică se va dezvolta în această direcţie, până acum nu s-a reuşit formularea matematică a legităţilor după care se formează particulele elementare. Tocmai aceasta este problema la care lucrează fizicienii din domeniul fizicii atomice în momentul de faţă, atât experimental, prin descoperirea unor noi particule şi cercetarea proprietăţilor acestora, cât şi teoretic,

prin eforturile de a unifica legic proprietăţie particulelor elementare şi de a le transcrie în formule matematice.

Legat de aceste eforturi au apărut dificultăţi în ceea ce priveşte noţiunea de timp. Atunci când te ocupi de ciocnirile particulelor elementare cu energiile cele mai mari, trebuie să respecţi structura spaţiu-timp a teoriei speciale a relativităţii. În teoria cuantică a învelişului atomic această structură spaţiu-timp nu joacă un rol deosebit, deoarece electronii învelişului atomic se mişcă relativ încet. Acum însă avem de-a face cu particule elementare care se deplasează aproape cu viteza luminii, particule al căror comportament poate fi descris aşadar numai cu ajutorul teoriei relativităţii. Einstein a descoperit, acum 50 de ani, că structura spaţiului şi timpului nu este chiar atât de simplă cum ne-o imaginăm în viaţa cotidiană. Dacă numim trecute toate acele evenimente despre care, cel puţin în principiu, putem afla ceva, şi ca viitoare toate acele evenimente asupra cărora, cel puţin în principiu, mai putem avea influenţă, atunci reprezentării noastre naturale îi corespunde credinţa că între aceste două grupuri de evenimente se situează doar un moment infinit de scurt, pe care-l putem numi moment temporal actual. Aceasta a fost şi ideea pe care Newton a aşezat-o la baza mecanicii sale. De la descoperirea lui Einstein în anul 1905 însă, se ştie că între cele pe care tocmai le-am numit viitoare şi cele pe care le-am numit trecute există un interval temporal finit, a cărui dilatare temporală este dependentă de distanţa spaţială dintre eveniment şi observator. Domeniul prezentului nu este deci restrâns la un moment temporal infinit de scurt. Teoria relativităţii presupune că efectele nu se pot propaga în principiu cu o viteză mai mare decât viteza luminii. Această trăsătură a teoriei relativităţii duce acum, în legătură cu relaţiile de indeterminare ale teoriei cuantice, la dificultăţi. Conform teoriei relativităţii, efectele se pot extinde numai asupra domeniului spaţio-temporal, care este strict delimitat prin aşa-numitul con de lumină, adică prin punctele spaţio-temporale care sunt ajunse de o undă luminoasă emisă de punctul activ. Acest domeniu spaţio-temporal

este deci, şi acest lucru trebuie subliniat special, strict delimitat. Pe de altă parte, în teoria cuantică s-a demonstrat faptul că o fixare strictă a locului, deci şi o delimitare spaţială strictă, are ca urmare o infinită indeterminare a vitezei şi, prin aceasta, a impulsului şi a energiei. Această stare de fapt acţionează în aşa fel încât în încercarea de a formula matematic interacţiunea particulelor elementare apar mereu valori infinite pentru energie şi impuls, care zădărnicesc o formulare matematică satisfăcătoare. În ultimii ani s-au întreprins nenumărate cercetări privind aceste dificultăţi. Dar nu s-a ajuns încă la o soluţie satisfăcătoare. Ca singur sprijin pare a se oferi deocamdată presupunerea că în domenii spaţio-temporale foarte mici, de ordinul de mărime al particulelor elementare, spaţiul şi timpul îşi pierd într-o manieră ciudată proprietăţile, şi anume astfel încât la durate foarte mici chiar şi noţiunile de „mai curând" sau „mai târziu" nu mai pot fi definite corect. În structura spaţio-temporală, evident, nu s-ar putea modifica în mare nimic, dar ar trebui să admitem posibilitatea că experimentele asupra proceselor din domeniile spaţio-temporale foarte mici vor arăta că anumite procese se derulează aparent invers temporal faţă de cum ar corespunde succesiunii lor cauzale. În acest punct deci, cele mai noi dezvoltări ale fizicii atomice se leagă din nou de problema legii cauzalităţii. Întrebarea dacă aici vor apărea încă o dată noi paradoxuri, noi devieri de la legea cauzalităţii nu-şi găseşte răspuns în momentul de faţă. S-ar putea să mai apară, în încercarea de a formula matematic legile particulelor elementare, noi posibilităţi de ocolire a dificultăţilor enunţate. Dar acum nu mai este loc de nici o îndoială asupra faptului că dezvoltarea celei mai noi fizici atomice va interfera în acest punct, încă o dată, cu domeniul filosofic. Răspunsul definitiv la întrebările pe care tocmai le-am ridicat se va putea da abia atunci când se va fi reuşit fixarea matematică a legilor naturii în domeniul particulelor elementare; când vom şti deci, de exemplu, de ce protonul este tocmai de 1836 de ori mai greu decât electronul.

Se vede de aici faptul că fizica atomică s-a îndepărtat tot mai mult de reprezentările determinismului. Acest lucru se vede mai întâi, încă de la începuturile teoriei atomice, în faptul că legile determinante pentru procesele la scară mare au fost percepute ca legi statistice. Pe atunci s-a menţinut determinismul în principiu, în practică însă luându-se în considerare cunoaşterea noastră incompletă a sistemelor fizice. Apoi, în prima jumătate a secolului nostru, în faptul că o cunoaştere incompletă a sistemelor atomice a fost recunoscută ca o componentă principială a teoriei. În sfârşit, în ultimii ani, în faptul că în cele mai mici spaţii şi timpi noţiunea de succesiune temporală începe să devină problematică, deşi încă nu putem spune cum se vor soluţiona cândva enigmele.

# III. DESPRE RAPORTUL DINTRE CULTURA UMANISTĂ, ŞTIINŢELE NATURII ŞI OCCIDENT

## 1. Motivele tradiţionale ale apărării culturii umaniste

Se pune adeseori problema dacă nu cumva ştiinţa pe care ne-o însuşim într-un gimnaziu nu este una mult prea teoretică şi străină de lume, şi dacă nu cumva în epoca noastră guvernată de tehnică şi ştiinţele naturii o educaţie mai practică nu ne-ar putea pregăti mult mai adecvat pentru viaţă. Se ridică astfel întrebarea, deloc nouă, privind raportul culturii umaniste faţă de ştiinţele actuale ale naturii. Nu pot trata această întrebare într-o manieră fundamentală pentru că nu sunt pedagog şi pentru că am meditat prea puţin asupra acestor probleme ale educaţiei. Dar pot încerca să-mi aduc aminte de propriile experienţe, pentru că şi eu am frecventat un gimnaziu, iar mai târziu am dedicat o mare parte a muncii mele ştiinţelor naturii.

Care sunt motivele mereu invocate de către reprezentanţii ideii umaniste în favoarea limbilor vechi şi a vechii istoriei? Pentru început s-a subliniat, pe bună dreptate, faptul că întreaga noastră viaţă culturală, activitatea noastră, gândirea şi simţirea îşi trag rădăcinile din substanţa spirituală a Occidentului, deci din esenţa spirituală care îşi are obârşia în Antichitate, la ale cărei începuturi există arta, poezia şi filosofia greacă, şi care apoi în creştinism, o dată cu întemeierea bisericii, a trăit marea cotitură, pentru ca apoi, la finele Evului Mediu, să perceapă lumea, în grandioasa unire dintre cucernicia creştină şi libertatea spirituală a Antichităţii, ca lume a lui Dumnezeu, reconfigurând-o din temelie prin marile descoperiri geografice, prin ştiinţele naturii şi prin tehnică. Deci în fiecare domeniu al vieţii moderne ne vom lovi mereu, atunci

când vrem să ajungem la temeiul lucrurilor, fie sistematic, istoric sau filosofic, de structuri spirituale care au luat fiinţă în Antichitate sau în Creştinism. De aceea se poate pleda, în favoarea gimnaziilor umaniste, că este bine să cunoşti aceste structuri, chiar dacă pentru viaţa practică ele nu vor fi uneori atât de necesare.

Apoi se va sublinia, bunăoară, faptul că întreaga forţă a culturii noastre occidentale a provenit şi provine încă pretutindeni de la legătura strânsă dintre atitudinea interogativă fundamentală şi acţiunea practică. În ceea ce priveşte acţiunea practică, alte popoare şi alte zone culturale au fost la fel de experimentate ca şi grecii. Ceea ce însă a diferenţiat din prima clipă gândirea greacă de gândirea altor popoare a fost capacitatea de a face dintr-o întrebare ceva principial şi de a ajunge astfel la puncte de vedere care pot ordona mozaicul multicolor al experienţei, făcându-l accesibil gândirii umane. Această uniune dintre atitudinea interogativă fundamentală şi acţiunea practică a distins înainte de toate lumea greacă, care s-a mai aflat încă o dată în miezul istoriei noastre în zorii Occidentului în Renaştere, dând naştere ştiinţelor moderne ale naturii şi tehnicii. Cine se ocupă de filosofia grecilor întâlneşte pas cu pas această capacitate a atitudinii interogative principiale; astfel, citindu-i pe greci, se poate exersa în utilizarea celui mai puternic instrument pe care l-a creat gândirea occidentală. În acest sens se poate deci spune că şi în gimnaziul umanist învăţăm ceva foarte folositor.

În sfârşit, se mai spune, pe bună dreptate, un al treilea lucru, şi anume că preocuparea omului pentru Antichitate ar produce un etalon valoric în care valorile spirituale sunt mai apreciate decât cele materiale. Pentru că mai ales la greci primatul spiritualului este vizibil nemijlocit în toate vestigiile pe care le-au lăsat. Evident, tocmai aceasta este un punct în care oamenii vremurilor noastre ar putea argumenta că epoca noastră ar arăta tocmai faptul că totul depinde de puterea materială, de materii prime şi industrie şi că puterea materială este mai puternică decât puterea spirituală. Într-adevăr, nu s-ar adecva defel epocii noastre încercarea de a inocula

copiilor o supraapreciere a valorilor spirituale faţă de cele materiale.

Aici însă mă văd nevoit să-mi aduc aminte de o discuţie pe care am purtat-o cu treizeci de ani în urmă în curtea clădirii Universităţii. În perioada aceea aveau loc la München lupte revoluţionare, centrul oraşului era încă ocupat de comunişti, iar eu, băiat de 17 ani, eram pe atunci repartizat, împreună cu alţi colegi, unei trupe, ca personal auxiliar, trupă care-şi avea cartierul peste drum de Universitate, la seminarul teologic. Motivul nu-mi mai este foarte limpede; probabil am resimţit aceste săptămâni de joacă de-a soldaţii ca o întrerupere binevenită a programului nostru şcolar de la gimnaziul Max. Pe Ludwigstrasse se trăgea uneori cu arma, chiar dacă nu foarte intens. La prânz, luam masa la o bucătărie de campanie din curtea Universităţii. Într-una din dăţi, am intrat în discuţie cu un student de la teologie, iar întrebarea era dacă această luptă pentru München are vreun sens, unul dintre noi afirmând energic că prin mijloace spirituale, prin cuvântări şi lucrări scrise nu s-ar putea decide chestiunile legate de putere, căci adevărata soluţie definitivă dintre noi şi ceilalţi s-ar putea obţine numai cu ajutorul forţei.

Atunci studentul de la teologie ne-a răspuns că deja întrebarea: cine s-ar diferenţia prin „noi" şi „ceilalţi", s-ar baza evident pe o decizie spirituală şi că s-ar câştiga probabil foarte mult dacă această decizie s-ar lua cu mai multă raţiune decât de obicei. La asta n-am mai putut replica nimic. Atunci când săgeata părăseşte arcul, ea îşi continuă drumul, fiind nevoie de o forţă şi mai mare pentru a o devia din drum; dar la început direcţia ei este determinată doar de cel care ţinteşte, iar fără o fiinţă raţională care ţinteşte, ea n-ar putea să zboare deloc. Aşadar, poate nu ar fi chiar atât de rău să convingem tineretul să nu subaprecieze prea mult valorile spirituale.

## 2. Descrierea matematică a naturii

Cred că am deviat totuşi prea mult de la tema propriu-zisă şi că va trebui să mă întorc la locul în care, în cadrul gimnaziului Maximilian din München, m-am întâlnit pentru prima dată cu ştiinţele naturii, deoarece vreau să vorbesc despre relaţia dintre ştiinţele naturii şi cultura umanistă. Cei mai mulţi băieţi ajung în sfera ştiinţelor naturii începând să se joace cu aparate. Prin exemplul camarazilor sau prin cadouri de Crăciun, uneori chiar şi prin lecţiile de la şcoală, se trezeşte dorinţa de a lucra cu mici maşinării şi de a le construi. Acest lucru l-am făcut şi eu, cât se poate de zelos în primii cinci ani de şcoală. Chiar şi o astfel de activitate ar fi rămas doar un joc şi nu m-ar fi condus către adevăratele ştiinţe ale naturii, dacă nu s-ar fi adăugat un alt eveniment. La şcoală ni se predau pe atunci bazele geometriei. La început mi s-a părut a fi o materie cât se poate de seacă: triunghiurile şi dreptunghiurile incită mai puţin fantezia decât florile şi poezia. Dar deodată, din cuvintele excelentului nostru profesor de matematică, Wolff, a apărut ideea că despre aceste configuraţii s-ar putea formula teoreme universal valabile, că anumite rezultate nu pot fi deduse numai din figuri, ci ar putea fi demonstrate şi matematic.

Această idee, conform căreia matematica s-ar potrivi cumva cu construcţiile experienţei noastre, mi s-a părut extraordinar de stranie şi incitantă, şi am păţit acel lucru care se întâmplă, în unele cazuri rare, cu bagajul de idei pe care ni le oferă şcoala: de obicei învăţământul ne perindă prin faţa ochilor diferitele peisaje ale lumii spirituale, fără a ne familiariza foarte mult cu ele. El le revelează, în funcţie de talentul profesorului, punându-le într-o lumină mai mult sau mai puţin puternică, iar imaginile se păstrează mai mult sau mai puţin timp în amintirile noastre. Dar în unele cazuri de excepţie, un obiect care a intrat astfel în atenţia noastră începe brusc să strălucească în propria sa lumină, mai întâi doar estompat şi neclar, apoi tot mai luminos, până ce în final lumina care vine de la acest obiect umple un spaţiu tot mai mare în gândirea noastră,

se răsfrânge asupra altor obiecte, devenind în cele din urmă o parte importantă a propriei noastre vieţi.

Aşa mi s-a întâmplat atunci cu ideea că matematica se potriveşte la obiectele experienţelor noastre; o idee care, aşa cum am aflat-o în şcoală, a fost gândită deja de greci, de Pitagora şi Euclid. Am încercat, mai întâi, incitat de orele cu domnul Wolff, aplicaţiile matematicii, şi am resimţit acest joc dintre matematică şi observaţiile nemijlocite ca fiind cel puţin la fel de amuzant ca orice alt joc. Mai târziu, sfera geometriei nu mi-a mai fost suficientă ca domeniu pentru jocul matematic, care-mi producea satisfacţii mari. Am aflat din câteva cărţi că în fizică s-ar putea urmări matematic şi comportamentul aparatelor confecţionate de mine, şi am început să învăţ matematica – din manuale mici şi oarecum primitive – de care era nevoie pentru descrierea legilor fizicii, deci mai ales calculul integral şi diferenţial. Realizările epocii moderne, ale lui Newton şi urmaşilor săi, le-am resimţit ca o continuare nemijlocită a ceea ce năzuiseră matematicienii şi filosofii greci, de fapt ca fiind unul şi acelaşi lucru, şi nu mi-ar fi trecut prin cap să consider ştiinţele naturii şi tehnica epocii noastre ca fiind o lume fundamental diferită de filosofia lui Pitagora şi Euclid.

În fond, în bucuria ce o resimţeam de pe urma descrierii naturii cu ajutorul matematicii, mă lovisem, fără a băga de seamă şi în toată ignoranţa mea de elev, de o trăsătură fundamentală a gândirii occidentale în genere, şi anume de legătura, discutată mai sus, dintre atitudinea interogativă principială şi acţiunea practică. Matematica este aşadar limbajul în care se pot pune întrebări şi găsi răspunsuri, dar întrebarea însăşi vizează un procedeu din lumea materială practică; geometria, de exemplu, servea măsurării terenului arabil. Din cauza acestui lucru, interesul meu s-a oprit, pentru mai mulţi ani, mai mult asupra matematicii decât asupra ştiinţelor naturii sau a aparatelor mele, şi abia în cele două clase superioare, raportul s-a deplasat din ce în ce mai mult în favoarea fizicii, în mod ciudat printr-o întâlnire întâmplătoare cu un segment al fizicii moderne.

## 3.Atomii şi cultura umanistă

Ne foloseam atunci de o carte de fizică destul de bună, în care, însă, cum lesne se poate înţelege, fizica modernă era tratată oarecum neglijent. Totuşi, pe ultimele pagini ale manualului se puteau citi şi unele lucruri despre atomi, şi-mi amintesc limpede de o imagine în care se putea vedea un număr mai mare de atomi. Imaginea se pare că trebuia să redea starea unei materii gazoase la scară mică. Unii atomi erau legaţi în grupuri, fiind uniţi prin cârlige şi bucle, care probabil ar fi trebuit să reprezinte legăturile chimice. În afară de aceasta, în text se putea citi că după părerea filosofilor greci atomii ar fi cele mai mici elemente de construcţie, indivizibile, ale materiei. Această imagine mi-a stârnit un puternic dezacord, fiind indignat că o asemenea prostie putea să apară într-un manual de fizică. Gândeam în felul următor: dacă atomii sunt nişte configuraţii atât de grosiere ca aspect, precum vrea manualul să ne facă să credem, dacă au o formă atât de complicată, deţinând chiar şi cârlige şi bucle, atunci nu e posibil ca ele să fie cele mai mici elemente constitutive indivizibile ale materiei.

În această critică am fost sprijinit de un prieten, cu care făcusem multe drumeţii comune, în cadrul mişcărilor de tineret, şi care se interesa într-o măsură mult mai mare de filosofie decât mine. Acest camarad, care citise câteva lucrări despre teoria atomistă a vechilor filosofi, dăduse şi el odată de un manual al fizicii atomice moderne (cred că a fost vorba de cartea lui Sommerfeld „Atombau und Spektrallinien" – „Structura atomilor şi liniile spectrale"), unde găsise desene sugestive ale atomilor. El a ajuns, de aici, la convingerea fermă că întreaga fizică atomică modernă trebuie să fie greşită, şi a încercat să mă convingă şi pe mine de acest lucru. Judecăţile noastre, se pare, erau pe atunci mult mai prompte şi mai sigure decât astăzi. Am fost nevoit să-i dau şi aici dreptate prietenului meu, spunându-mi că imaginile plastice ale atomilor trebuiau neapărat să fie greşite; dar mi-am rezervat dreptul de a căuta greşelile din aceste desene.

Oricum, s-a păstrat dorinţa de a cunoaşte mai îndeaproape fundamentele propriu-zise ale fizicii atomice; atunci, o altă întâmplare mi-a venit în ajutor. La momentul respectiv, tocmai începusem lectura unui dialog platonician. Dar cursurile erau neregulate. Am povestit deja că în perioada adolescenţei noastre am făcut un timp de serviciu pe lângă o trupă care participa la luptele revoluţionare din München şi care era staţionată vis-à-vis de Universitate, în seminarul teologic. Acolo n-aveam nici o treabă serioasă; dimpotrivă, pericolul lâncezelii era mult mai mare decât cel al suprasolicitării. La acest lucru se adaugă faptul că trebuia să fim la dispoziţie şi noaptea, trăind deci de pe o zi pe alta într-o mare neorânduire, fără nici un control din partea părinţilor sau profesorilor.

Era prin iulie 1919, o vară caldă, dimineaţa mai ales neavând obligaţia nici unui serviciu. Aşa se făcea că adeseori, la puţin timp după răsăritul soarelui, mă retrăgeam pe acoperişul seminarului teologic, aşezându-mă cu câte o carte pentru a mă încălzi la soare, sau mă aşezam pe marginea streşinii pentru a observa cum începe viaţa pe Ludwigstrasse.

Într-o astfel de ocazie mi-a venit odată ideea de a-mi lua un volum de Platon cu mine, şi în dorinţa de a citi altceva decât ceea ce ar fi urmat la lecţie, am dat, cu cunoştinţele mele relativ modeste de greacă, de dialogul *Timaios,* prin care am aflat pentru prima dată ceva dintr-o sursă primară despre filosofia atomistă greacă. Din lectura aceasta, ideile fundamentale ale teoriei atomiste mi-au devenit mult mai clare decât înainte. Credeam cel puţin că aşa voi înţelege măcar pe jumătate motivele care au determinat pe filosofii greci să se gândească la cele mai mici elemente indivizibile ale materiei. Teza pe care o susţine Platon în *Timaios*, cum că atomii ar fi structuri regulate, nu voia să-mi intre în cap, dar oricum mă liniştea faptul că n-aveau cârlige şi bucle. În orice caz, s-a născut încă de pe atunci convingerea că nu prea te poţi ocupa de fizica atomică modernă fără a cunoaşte filosofia greacă a naturii, şi mă gândeam că desenatorul acelei imagini despre atomi ar fi putut

liniştit să-l citească pe Platon cum se cuvine, înainte de a purcede la realizarea desenului său.

Astfel, din nou, fără să ştiu cum, am fost familiarizat cu una din marile idei ale filosofiei greceşti a naturii, care întinde o punte între Antichitate şi epoca modernă şi care şi-a desfăşurat marea sa forţă abia începând cu perioada Renaşterii. Se obişnuieşte să se numească materialism această direcţie a filosofiei greceşti, teoria atomistă a lui Leucip şi Democrit. Aceasta este de fapt o denumire istorică, care poate fi şi astăzi cu uşurinţă înţeleasă greşit, deoarece cuvântul materialism a căpătat, prin secolul al XIX-lea, o coloratură extrem de unilaterală, care nu se potriveşte nicidecum cu dezvoltarea filosofiei greceşti a naturii. Această interpretare greşită a vechii teorii atomiste poate fi evitată dacă ne aducem aminte că primul cercetător al epocii moderne care a preluat din nou teoria atomistă a fost în secolul al XVII-lea teologul şi filosoful Gassendi (care n-a dorit desigur să combată învăţăturile religiei creştine) şi ne mai aducem aminte că pentru Democrit atomii erau literele prin care se înscriu evenimentele Universului, dar nu conţinutul lor. Contrar acestui lucru, materialismul secolului al XIX-lea s-a dezvoltat din idei de altă factură, care sunt caracteristice pentru epoca modernă, avându-şi rădăcinile în scindarea lumii, întreprinsă de la Descartes încoace, într-o realitate materială şi una spirituală.

## 4. Ştiinţele naturii şi cultura umanistă

Marea afluenţă a ştiinţelor naturii şi a tehnicii, care cuprinde epoca noastră, provine deci din două izvoare care se situează în spaţiul filosofiei antice, şi chiar dacă, între timp, se mai revarsă şi alte curente în această afluenţă, ajutând la mărirea debitului său fertil, totuşi originea acestuia se resimte mereu destul de pregnant. Aşa stând lucrurile, şi ştiinţele naturii pot trage foloase din cultura umanistă. Desigur, oamenii, care sunt interesaţi într-o pregătire mai degrabă practică a tineretului, vor replica mereu că această cunoaştere a acelor temeiuri spirituale nu a însemnat totuşi prea

mult pentru viaţa practică. Pentru a face faţă vieţii trebuie să dobândeşti, spun ei, abilităţile practice ale vieţii moderne: limbi moderne, metode tehnice, talent în comerţ şi calcul. Cultura umanistă ar fi oarecum doar un giuvaer, un lux, pe care doar puţini şi-l pot permite, cei cărora soarta le-a uşurat mai mult decât altora lupta vieţii.

Poate că acest lucru este corect pentru mulţi oameni care mai târziu exercită în viaţă o activitate pur practică şi care nu vor să contribuie la configurarea spirituală a epocii noastre. Dar cel care nu vrea să se mulţumească cu atât, care în oricare materie, fie tehnica, fie medicina, vrea să pătrundă temeiul lucrurilor, se va lovi mai curând sau mai târziu de aceste izvoare ale Antichităţii; acesta va trage de aici multe foloase pentru activitatea proprie, dacă a învăţat de la greci gândirea principială, atitudinea interogativă fundamentală. Cred că în opera lui Max Planck, de exemplu, se poate recunoaşte limpede că gândirea lui a fost influenţată şi fertilizată de şcoala umanistă. Poate mi se mai permite să inserez aici încă o experienţă proprie, care a avut loc la trei ani după terminarea şcolii. Pe atunci eram student la Göttingen şi discutam cu un coleg despre problema caracterului intuitiv al atomilor, problemă care mă neliniştise deja în timpul şcolii şi care rămăsese o enigmă nedezlegată ce stătea în spatele fenomenelor pe atunci neexplicate ale spectroscopiei. Acest prieten a susţinut imaginile intuitive şi era de părere că ar trebui construit cu ajutorul tehnicii un microscop cu o rezoluţie foarte mare, de exemplu unul care lucrează cu raze gama în loc de lumină naturală; atunci forma unui atom s-ar vedea în sfârşit, în acest caz rezervele mele privind imaginile plastice fiind definitiv spulberate.

Această remarcă m-a neliniştit profund. Mi-era teamă că prin acest microscop imaginat se vor vedea din nou cârlige şi bucle; m-am văzut astfel obligat să meditez asupra contradicţiei aparente dintre această idee şi reprezentările fundamentale ale filosofiei greceşti. În această situaţie m-a ajutat extraordinar de mult pregătirea primită în şcoală referitor la gândirea fundamentală,

determinându-mă să nu mă declar mulţumit cu jumătăţi de soluţii aparente, şi tot de mare folos mi-a fost şi relativa cunoaştere a filosofiei greceşti a naturii, pe care mi-o însuşisem atunci.

Atunci când în epoca noastră se vorbeşte despre valoarea culturii umaniste, nu prea se mai poate replica că în fizica atomică modernă relaţia cu filosofia naturii ar fi un caz singular şi că în ştiinţele naturii, în tehnică sau medicină nu prea mai avem tangenţă cu asemenea probleme fundamentale. Ar fi deja fals, pentru că multe discipline legate de ştiinţele naturii sunt, în ceea ce priveşte ideile fundamentale, strâns legate de fizica atomică, conducând în final la întrebări fundamentale asemănătoare cu cele din fizica atomică însăşi. Edificiul chimiei se ridică pe fundamentul fizicii atomice, astronomia este strâns legată de aceasta şi nu prea poate fi promovată fără fizica atomică, şi chiar şi în biologie se trasează deja căi către fizica atomică. Într-o măsură mult mai mare decât înainte au devenit vizibile, în ultimele decenii, legăturile dintre diferitele ştiinţe ale naturii. În multe locuri se recunosc semnele originii comune, iar originea comună este în cele din urmă gândirea antică.

## 5. Credinţa în menirea noastră

Aproape că am ajuns prin această constatare din nou acolo de unde am plecat. La începuturile culturii occidentale găsim legătura strânsă dintre atitudinea interogativă fundamentală şi acţiunea practică, legătură făcută de greci. Pe această legătură se sprijină încă şi astăzi întreaga vigoare a culturii noastre. Aproape toate progresele derivă încă şi astăzi din ea, în acest sens o mărturisire de credinţă faţă de cultura umanistă fiind pur şi simplu o mărturisire de credinţă faţă de Occident şi faţă de vigoarea sa creatoare de cultură.

Mai avem, oare, dreptul la aceasta, după ce în ultimele decenii Occidentul a pierdut atât de îngrozitor din grandoare şi prestigiu? Trebuie remarcat aici că nu este deloc vorba de „a avea dreptul"

sau nu, sau altele de genul acesta, ci de ceea ce *vrem*. Întreaga activitate a Occidentului nu se dezvoltă dintr-o judecată teoretică, pe baza căreia predecesorii noştri s-ar fi simţit îndreptăţiţi să acţioneze; lucrurile au stat cu totul altfel. La început, în astfel de cazuri, a stat şi stă mereu credinţa. Nu mă refer doar la credinţa creştină în contextul raţional, dat de Dumnezeu, al lumii, ci pur şi simplu la credinţa în menirea noastră în această lume. Evident, a crede nu înseamnă a considera una sau alta drept adevărată, ci a crede înseamnă întotdeauna: pentru aceasta mă decid, pe aceasta îmi fundamentez existenţa mea! Atunci când Coulmb a pornit în prima sa călătorie spre Vest, el credea că Pământul este rotund şi destul de mic pentru a-l înconjura. El nu credea că acest lucru este adevărat doar din punct de vedere teoretic, căci pe el şi-a fundamentat existenţa. În istoria Europei, aşa cum a relatat-o Freyer recent, în care vorbeşte despre aceste lucruri, a fost aplicată pe bună dreptate şi în privinţa aceasta vechea formulă: „*Credo, ut intellegam,* cred pentru a înţelege", iar Freyer a extins-o, în această aplicaţie, la marile descoperiri, introducând o verigă intermediară: „*Credo, ut agam; ago, ut intellegam,* cred pentru a acţiona; acţionez pentru a înţelege." Această formulă nu se referă doar la prima călătorie în jurul lumii, ea se referă şi la întreaga ştiinţă a naturii specifică Occidentului, chiar la toată misiunea Occidentului. Ea cuprinde cultura umanistă şi ştiinţele naturii. Dar nu are rost să fim prea modeşti: jumătatea lumii de astăzi, vestul, a dobândit o putere fără seamăn, prin faptul că a transpus în practică, într-o manieră necunoscută până acum, o idee a Occidentului, stăpânirea şi exploatarea forţelor naturii prin ştiinţă. Cealaltă jumătate a lumii, estul, este ţinut laolaltă prin încrederea în tezele ştiinţifice ale unui filosof şi economist european. Nimeni nu ştie ce va aduce viitorul şi de ce forţe spirituale va fi guvernată lumea, dar numai aşa putem începe, crezând în ceva şi năzuind către ceva.

Dorim ca aici să înflorească din nou viaţă spirituală, dorim ca aici în Europa să se dezvolte în continuare ideile care conturează faţa lumii. Ne fundamentăm existenţa pe faptul că în aceeaşi

măsură în care evocăm originile şi regăsim calea spre o consonanţă armonică a forţelor continentului nostru, în aceeaşi măsură şi condiţiile exterioare ale traiului european vor fi mai fericite decât în ultimii cincizeci de ani. Vrem ca tineretul nostru, în ciuda confuziei exterioare, să se dezvolte în aerul spiritual al Occidentului, pentru a ajunge la izvoarele de putere din care continentul nostru a trăit mai bine de două milenii. Cum se va petrece acest lucru în particular să nu fie prima noastră grijă! Faptul că ne declarăm de partea gimnaziului umanist sau de partea vreunui tip de şcoală nu este factorul determinant. Vrem în orice caz să ne declarăm, înainte de toate, în favoarea Occidentului.

# SURSE ISTORICE

**(adunate de Ernesto Grassi)**

# I. ÎNCEPUTURILE ŞTIINŢELOR MODERNE ALE NATURII

Scrierea de faţă încearcă să ilustreze în trăsături mari problematica în faţa căreia se vede pus omul vremurilor noastre prin schimbarea imaginii despre lume a fizicii şi a ştiinţelor naturii, şi din perspectiva căreia corelaţiile istorice dobândesc o semnificaţie deosebită. Cititorului i se oferă posibilitatea să parcurgă el însuşi, cu ajutorul câtorva surse, această schimbare în concepţia ştiinţelor naturii.

În alcătuirea acestui scurt manual, nu ne puteam gândi, după cum se înţelege, la o redare completă, chiar şi numai aproximativă, a surselor, ci am căutat doar să relevăm câteva puncte de cotitură esenţiale, care pot contribui la înţelegerea realizărilor premergătoare.

## Johannes Kepler

**(27.12.1571 -15.11.1630)**

La finele secolului al XVI-lea şi la începutul secolului al XVII-lea, ştiinţele naturii erau încă în mare măsură sub influenţa concepţiei medievale despre lume, care vedea în natură cu preponderenţă creaţia lui Dumnezeu.

„Trei lucruri au fost înainte de toate cele ale căror cauze, de ce sunt aşa şi nu altminteri, le-am cercetat fără odihnă, şi anume numărul, mărimea şi mişcarea traiectoriilor. Această îndrăzneală mi-a venit de la acea frumoasă armonie a lucrurilor imuabile, şi anume a Soarelui, a planetelor şi a spaţiului interstelar cu Dumnezeu Tatăl, Fiul şi Sfântul Duh". Aşa se spune în „Prolog către cititor" din „Mysterium Cosmographicum" a lui Johannes Kepler. Trebuie să citeşti în cartea naturii pentru a-L sărbători pe Dumnezeu. El s-a apropiat de temeiurile lumii urmărind ordinea şi regula şi a conferit omului, pe lângă simţuri, spiritul, pentru a fi în stare ca de la fiinţa lucrurilor pe care le vede cu ochii să pătrundă la cauzele fiinţei şi devenirii acestora. Între capacităţile omului şi realitatea creaţiei există o concordanţă deplină, care oglindeşte

armonia atotcuprinzătoare. „Cred că temeiurile pentru majoritatea lucrurilor din lume pot fi deduse din iubirea lui Dumnezeu pentru oameni. Desigur că nimeni nu va dori să tăgăduiască faptul că Dumnezeu, împodobind lăcaşul lumii, s-a gândit necontenit la viitorii locuitori ai acesteia. Finalitatea lumii şi a oricărei creaţii este omul (*Finis enim et mundi et omnis creationis homo est).* De aceea cred că Dumnezeu a considerat Pământul, menit să poarte şi să hrănească adevărata replică a Lui, ca fiind demn să graviteze atât de central printre planete, încât multe dintre acestea se găsesc atât în interiorul, cât şi în exteriorul sferei traiectoriei sale." (Mysterium Cosmographicum, Cap. IV)

***Dedicaţia primei ediţii a lucrării „Mysterium Cosmographicum"***

Iluştrilor, distinşilor, nobililor şi preadrepţilor stăpâni, domnului Sigismund Friedrich, baron de Herberstein, Neuberg, Guttenhag, domnului Lankowitz, şambelan şi stolnic ereditar de Carintia, consilier al Majestăţii Sale Imperiale şi al alteţei sale prinţului moştenitor al Austriei, căpitan al provinciei Stiria

şi

domnilor N.N, iluştrilor funcţionari ai Stiriei, celor cinci bărbaţi de seamă, stăpânilor mei blânzi şi binevoitori,

Salut şi plecăciune.

Ceea ce am promis cu şapte luni în urmă, o operă care după mărturia învăţaţilor este frumoasă şi atrăgătoare şi mult superioară calendarelor anuale, înfăţişez în sfârşit înaltului dumneavoastră cerc; o operă care, deşi măruntă ca volum şi realizată cu un modest efort, tratează totuşi un subiect cât se poate de minunat. Pentru că, dacă privim numai la vârsta acestuia, constatăm că deja acum 2000 de ani a fost abordat de Pitagora. Se doreşte ceva nou, atunci fac cunoscut oamenilor, pretutindeni, pentru prima dată, acest subiect. Se doreşte preţuire? Nimic nu-i mai mare şi mai întins decât spaţiul cosmic. Se cere demnitate? Nimic nu este mai splendid, nimic mai frumos decât templu Domnului, plin de lumină. Se doreşte cunoaşterea misteriosului? Nimic nu este sau n-a fost mai ascuns

în natură. *Numai printr-un singur lucru subiectul meu nu-i va satisface pe toţi, pentru că utilitatea lui nu pătrunde vidul de gândire.* Este vorba aici de cartea naturii, atât de sărbătorită de scrierile sfinte. Sf. Paul le-o înfăţişează păgânilor, pentru a-L contempla într-însa pe Domnul, precum soarele răsfrânt în apă sau în oglindă. De ce atunci noi, creştinii, să ne bucurăm mai puţin de această contemplare, când de fapt este menirea noastră să-L serbăm pe Domnul în felul adevărat, să-L preamărim şi să-L admirăm? Evlavia noastră este cu atât mai profundă, cu cât cunoaştem mai bine creaţia şi măreţia Lui. Drept spun, câte imnuri pentru Creator, Dumnezeul adevărat, a cântat David, sluga dreaptă a lui Dumnezeu! Ideile necesare le-a extras din contemplarea admirativă a cerului. Cerurile propovăduiesc minunăţia lui Dumnezeu, spune el. Eu voi vedea cerurile Tale, opera mâinilor tale, luna şi stelele, pe care le-ai creat. Mare este Domnul nostru şi mare este puterea Sa; el numără puzderia de stele şi le spune tuturor pe nume. Într-un alt pasaj îi strigă cosmosului, plin de Sfântul Duh, plin de bucurie sfântă: „Lăudaţi pre Domnul, voi cerurilor, lăudaţi-L Soare şi Lună, ş.a.m.d." Are cerul glas, au stelele grai? Îl pot lăuda pe Domnul precum oamenii? Da, noi spunem tocmai că ele însele îl laudă pe Dumnezeu, oferindu-i omului gânduri întru lauda lui Dumnezeu. Astfel în paginile ce vor urma dezlegăm cerului şi naturii limba şi lăsăm glasul acestora să răsune cu tărie; făcând astfel încât să nu ne acuze nimeni de efort zadarnic, nefolositor.

Nu vreau să vorbesc de faptul că obiectul meu este o mărturie importantă pentru adevărul creaţiei, care a fost tăgăduită de filosofi. Pentru că noi observăm aici cum Dumnezeu, precum un arhitect uman, după reguli şi ordine, s-a apropiat de temeiurile lumii, măsurându-le pe toate în aşa fel încât ai putea să crezi că nu arta îşi ia natura drept exemplu, ci Dumnezeu însuşi a privit în timpul creaţiei la felul de a construi al viitorilor oameni.

Trebuie, oare, măsurată valoarea lucrurilor dumnezeieşti cu monede ca un desert? Dar, rogu-te, mi se va spune, ce-i foloseşte

unei burţi flămânde cunoaşterea naturii, la ce bun întreaga astronomie? Oamenii raţionali nu ascultă de incultura care strigă ca acele studii să fie abandonate. Pictorii sunt suportaţi pentru că încântă ochii, muzicienii pentru că încântă urechile, deşi în rest nu ne aduc nici un folos. Da, plăcerea pe care o extragem din operele lor nu este considerată doar adecvată pentru om, ea îi face şi cinste. Ce lipsă de cultură, ce prostie, să pizmuieşti spiritul pentru o bucurie cinstită care i se datorează! Cel ce tăgăduieşte această încântare, tăgăduieşte natura! Pentru că Creatorul preabun, care a chemat natura din neant în fiinţă, n-a pregătit oare El fiecărei creaturi ceea ce-i este necesar şi, în plus, podoabe şi bucurie într-o bogăţie preaplină? Ar fi trebuit să lase spiritul omului, stăpânul întregii creaţii, propria sa imagine, singur fără o plăcere însufleţitoare? Da, noi nu întrebăm ce folos aşteaptă pasărea atunci când cântă, pentru că noi ştim, cântatul este pentru ea o plăcere, fiind creată să cânte. De asemenea n-avem voie să întrebăm de ce spiritul uman cheltuieşte atât efort pentru a cerceta tainele cerului. Creatorul nostru a adăugat simţurilor spiritul, nu doar pentru ca omul să-şi câştige cele necesare traiului, acest lucru îl pot multe fiinţe mult mai bine cu sufletul lor nedibaci, ci şi ca să pătrundem de la fiinţa lucrurilor, pe care le privim cu ochiul, la temeiurile fiinţării şi devenirii lor, chiar dacă în rest nu se leagă nici un folos de acestea. Şi aşa cum celelalte fiinţe precum şi trupul omului se menţin prin mâncare şi băutură, astfel şi sufletul omului, care este ceva cu totul diferit de întregul om, este menţinut în viaţă prin acea hrană a cunoaşterii, îmbogăţit oarecum, promovat în creştere. Cel ce nu poartă în el năzuinţa spre aceste lucruri, seamănă mai mult cu un mort decât cu un viu. Aşa cum natura se îngrijeşte ca celor vii să nu le lipsească niciodată hrana, aşa putem spune pe bună dreptate că variaţiunile în fenomenele naturii sunt atât de mari, comorile ascunse în casa cerului sunt de aceea atât de bogate pentru ca spiritului uman să nu i se epuizeze nicicând hrana proaspătă, ca să nu se plictisească de vechi şi să-şi găsească liniştea,

ci să-i rămână mereu deschis în această lume un atelier pentru exersarea spiritului său.

Acel ceva de care m-am servit în cartea mea de pe masa extraordinar de bogată a creatorului nu pierde cu nimic în valoare dacă nu place la gust marii majorităţi şi este mai mult este repudiat de aceasta. Gâsca este ridicată în slăvi de mai mulţi oameni decât fazanul; pentru că cea dintâi este cunoscută de toţi, fazanul este mai rar, şi totuşi nici un gurmand nu va aprecia fazanul mai puţin decât gâsca. Astfel valoarea obiectului meu va fi cu atât mai mare cu cât găseşte mai puţini oameni care s-o laude, cu condiţia ca aceştia să fie cunoscători. Marii majorităţi şi principilor nu le revin acelaşi lucruri; ştiinţa cerului nu oferă hrană tuturor fără diferenţiere, ci doar spiritului care năzuieşte spre înalt şi asta nu din vina mea, pentru că eu doresc aşa, nu în funcţie de natura lucrului, nu pentru că Dumnezeu ar fi invidios, ci pentru că cei mai mulţi oameni sunt proşti şi laşi. În timpul mesei, principii permit intercalarea câte unei bunătăţi deosebit de alese, pe care-o gustă abia când sunt sătui, pentru a izgoni plictisul. Astfel cel mai nobil şi înţelept om va găsi abia atunci deliciul acestor cercetări sau al altora asemănătoare când îşi părăseşte coliba, când perindând prin sate, oraşe, întinderi şi imperii îşi va ridica privirea către marele imperiu al întregului Pământ, pentru a cunoaşte totul în amănunţime. Dacă nu va găsi niciunde, pentru că totul este opera omului, ceva ce l-ar putea înălţa, care ar avea permanenţă, ceva ce i-ar putea ostoi foamea şi setea, atunci va porni la drum pentru a găsi ceva mai bun, atunci se va ridica de pe acest Pământ către cer, va cufunda spiritul epuizat de necazuri sterpe în acea mare linişte, spunând:

Fericit acel spirit a cărui grijă a fost să cerceteze toate acestea,
Care, primul, s-a înălţat în înaltul ceresc.(*Lucreţiu)*

El va începe să dispreţuiască cele ce i se păruseră cândva însemnate, de acum va aprecia la adevărata valoare mai ales aceste creaţii din mâna lui Dumnezeu, ajungând prin contemplarea lor, în sfârşit la deliciul unei plăceri curate, nedisimulate. Chiar dacă

o astfel de năzuinţă va fi încă şi mai mult, şi mai temeinic dispreţuită, chiar dacă oamenii îşi vor căuta unde vor dori fericirea, bogăţia şi comorile, astronomilor le este de ajuns acea faimă că şi-au scris operele pentru înţelepţi, nu pentru gălăgioşi, pentru împăraţi, nu pentru ciobani. Eu vestesc, fără ezitare, că vor mai fi oameni care, la bătrâneţe, vor trage de aici mângâiere, anume oameni care îşi exercită în aşa fel activitatea publică, încât mai apoi sunt în stare, fără remuşcări, să guste acele delicii.

Da, va mai apărea odată un Carol, care nu va reuşi ca stăpânitor al Europei să găsească acel lucru pe care-l caută, frânt de obligaţiile stăpânirii în celula strâmtă de la S.Yuste, căruia dintre toate sărbătorile, titlurile, triumfurile, bogăţiile, oraşele, împărăţiile, sfera planetară turianică, sau cea realizată după Pitagora sau Copernic, îi produce o atât de mare plăcere, încât dă întreaga lume pentru aceasta, guvernând mai cu drag orbitele celeste cu instrumentul de măsurare decât popoarele cu sceptrul...

Scrisă la 15 mai, dată la care se împlineşte un an de când am început treaba.

Al Luminăţiei Dumneavoastră preaplecat
M. Johannes Keplerus din Württemberg
Matematician la şcoala Domniei Voastre din Graz.

(J.Kepler, *Mysterium cosmograficum*, în germ.: *Das Weltgeheimnis*, trad. şi cu o introducere de Max Caspar, Augsburg 1923.)

Kepler nu consideră doar natura ca fiind creaţia lui Dumnezeu, el consideră chiar că e lipsit de sens să chestionezi lumea materială fără a-L include şi pe Dumnezeu. Prin mijlocirea cantităţii, natura este percepută de spiritul omului şi recunoscută astfel în esenţa ei spirituală. Într-o scrisoare către Herwart von Hohenburg din 14 sept. 1599 se spune: „Nu fiecare presimţire este greşită. Pentru că omul este o oglindire a lui Dumnezeu şi este foarte posibil că în anumite lucruri, care reprezintă giuvaerul lumii, să aibă aceeaşi opinie ca şi Dumnezeu. Pentru că lumea are parte de cantitate, şi spiritul omului (ceva supralumesc în lume) nu

percepe nimic mai bine decât *tocmai cantităţile*, pentru a căror cunoaştere se pare că a fost creat."

În cel de-al doilea capitol al lui „Mysterium cosmographicum", pe care-l reproducem aici, se relevă că acel corporal este comprehensibil prin elementul cantitativ; astfel cantitativul formează punctul de plecare al unei determinări conceptuale, prin care creaţia Domnului îi devine accesibilă omului. De aceea Kepler se străduie să deducă efecte, care sunt constatate *a posteriori* prin experienţe („ca un orb care în mers se sprijină pe baston"), din temeiuri care provin *a priori* din cauze.

*Schiţarea demonstraţiei mele principale*

Pentru a ajunge acum la obiectul meu şi a întări teoriile lui Copernic, tocmai prezentate, despre lumea nouă printr-o nouă demonstraţie, vreau să reiau întreaga chestiune pe scurt, de la bun început.

Corpul a fost ceea ce Dumnezeu a creat de la început. Dacă avem această noţiune, atunci ne va fi destul de limpede de ce Dumnezeu a creat la început corpul şi nu altceva. Eu spun: cantitatea era la îndemâna lui Dumnezeu; pentru a o realiza erau necesare toate cele ce ţin de esenţa corpului, pentru ca astfel cantitatea corpului, în măsura în care este corp, să fie oarecum formă şi să devină punctul de plecare al determinării conceptuale. Ca această cantitate să capete, înainte de toate celelalte, fiinţă, Dumnezeu a vrut-o pentru a putea avea loc o comparare între curbiliniu şi rectiliniu[1]. Tocmai din acest motiv Cusanus şi ceilalţi mi se par divini, apreciind şi îndrăznind la un nivel atât de înalt raportul dintre curbiliniu şi rectiliniu, dându-i lui Dumnezeu natura curbilinie, iar lucrurilor create natura rectilinie. De aceea, cei care caută să perceapă creatorul prin fiinţele create, Dumnezeu prin om, ideile divine prin ideile umane, nu depun o muncă mai utilă decât cei care caută să rezolve curbiliniul prin rectiliniu, sau cercul prin pătrat.

[1] *Curb* este aici echivalent cu „în formă de elipsă" sau „în formă de cerc" (nota ed.)

Dar de ce Dumnezeu şi-a propus, împodobind lumea, diferenţele dintre curbiliniu şi rectiliniu şi sensul nobil al curbiliniului? De ce? Ei, tocmai pentru că arhitectul perfect trebuia necesarmente să creeze o operă de o frumuseţe desăvârşită. Pentru că n-a fost şi nu este niciodată posibil (cum spune Cicero citând dialogul *Timaos* al lui Platon în cartea sa „Despre univers") ca cel care este Binele suprem să creeze altceva decât frumuseţea desăvârşită. Faptul că el, Creatorul, a gândit ideea lumii în spirit (vorbim în felul oamenilor, pentru ca noi, oamenii, să înţelegem), ideea având drept conţinut ceva deja existent şi, după cum spuneam, ceva desăvârşit, pentru ca forma operei ce va fi creată să devină de asemenea desăvârşită, arată că Dumnezeu n-a putut luat – după aceste legi pe care Dumnezeu, în bunătatea sa, şi le atribuie singur – ideea întemeierii lumii din nici un alt lucru decât din fiinţa sa proprie. Cât de minunate şi divine sunt toate acestea poate fi observat din două puncte de vedere, pe de o parte în sine, în măsura în care Dumnezeu este unul în fiinţă şi trinitate în persoană, în al doilea rând prin comparaţia cu fiinţele create.

Dumnezeu a vrut să imprime lumii această imagine, această idee. Pentru ca lumea să devină cea mai bună şi cea mai frumoasă, pentru ca ea să poată prelua acea idee, Creatorul, în înţelepciunea sa supremă, a creat mărimea şi şi-a imaginat cantităţile, ale căror întreagă esenţă este decisă în diferenţierea celor două noţiuni ale rectiliniului şi curbiliniului; iar tocmai în maniera dublă mai sus amintită, natura curbilinie va trebui să ni-L evoce pe Dumnezeu. Nici nu trebuie să se creadă că o astfel de diferenţiere în scopul simbolizării lui Dumnezeu s-ar fi ivit aşa de niciunde, ca şi cum Dumnezeu nu s-a gândit deloc la acestea, ci a creat mărimea sub forma corpurilor din alte motive şi dintr-un alt considerent, rezultând oarecum de la sine, oarecum întâmplător, această comparaţie între rectiliniu şi curbiliniu precum şi asemănarea acestuia cu Dumnezeu.

E mai probabil însă că Dumnezeu a ales chiar la început, după judecata sa clară, curbiliniul şi rectiliniul, cu scopul de a marca în

lume divinitatea Creatorului; pentru a face cu putinţă existenţa celor două, existau la îndemână cantităţile, iar pentru a sesiza cantitatea, El a creat înainte de toate celelalte corpurile.

Să observăm acum felul în care Creatorul suprem a utilizat aceste cantităţi la construcţia lumii şi ce anume s-a dovedit ca fiind probabil, după cugetările noastre, în întreprinderea sa. Acest lucru vrem să-l căutăm în ipotezele vechi şi noi, oferindu-i laurii aceluia la care găsim ceea ce căutăm.

Faptul că întreaga lume este înconjurată de o formă sferică a explicat-o cu toată claritatea Aristotel (în cartea a 2-a „Despre cer"), sprijinindu-şi demonstraţia printre altele pe semnificaţia excepţională a suprafeţei sferice. Din aceleaşi motive sfera exterioară a planetelor fixe îşi păstrează această formă, chiar dacă nici ei nu i se atribuie capacitatea de mişcare; ea poartă soarele în centrul ei precum în interiorul unui pântec. Faptul că celelalte orbite sunt rotunde reiese din mişcarea circulară a stelelor. Nu mai e nevoie de nici o altă demonstraţie pentru a dovedi că curbiliniul şi-a găsit utilizarea la împodobirea lumii. Însă, în timp ce observăm trei tipuri de cantităţi în lume, şi anume forma, numărul şi conţinutul corpurilor, curbiliniul îl găsim doar în formă. Conţinutul nu contează pentru că o configuraţie care este înscrisă în alta asemănătoare din acelaşi punct central (de exemplu sfera în sferă, cercul în cerc), ori se atinge peste tot, ori nu se atinge nicăieri. Deoarece reprezintă o cantitate unică, sfericul însuşi poate fi pus doar în categoria trinităţii. Deci dacă Dumnezeu, în timpul creaţiei, ar fi ţinut cont numai de curbiliniu, atunci în edificiul lumii noastre n-ar exista nimic altceva decât soarele în centru, imaginea Tatălui, sfera stelelor fixe sau apa din relatarea iudaică, imaginea fiului şi eterul cerului atotcuprinzător, adică dilatarea şi acel firmament, imaginea Sf. Duh. Deoarece stelele fixe sunt prezente în cantităţi nenumărate, planetele într-un număr foarte precis, iar dimensiunile traiectorilor cereşti sunt diferite, suntem necesarmente obligaţi să căutăm cauzele tuturor acestora în noţiunea de rectiliniu. Ar trebui să admitem atunci că Dumnezeu ar fi procedat cu lumea la

întâmplare, în timp ce planurile cele mai bune şi mai raţionale sunt disponibile, dar nimeni n-o să mă convingă să cred acest lucru nici măcar în cazul stelelor fixe, a căror poziţie ni se pare cea mai neregulată, creată ca prin harzardul cu care se aşează seminţele după ce sunt aruncate la întâmplare.

Să trecem deci la cantităţile rectilinii. Aşa cum mai înainte am ales sfera pentru că este cantitatea perfectă, să trecem acum printr-un salt la corpuri, pentru că acestea sunt cele mai desărvâşite dintre cantităţile rectilinii şi pentru că sunt formate din trei dimensiuni. Faptul că ideea lumii este desăvârşită este limpede. Doarece sunt infinite ca număr şi complet ineficiente să constituie o ordine, excludem liniile şi suprafeţele rectilinii din lumea finită, superior ordonată şi desăvârşită în frumuseţea ei. Vrem să trecem în revistă corpurile, care sunt de infinite feluri, selectând unele dintre ele pe baza anumitor caracteristici; mă gândesc la cele care au reciproc asemenea laturi sau unghiuri sau arii laterale, individual sau câte două, sau în funcţie de vreo legitate, astfel încât să poţi ajunge, având un bun temei, la ceva finit. Acum, dacă o serie de corpuri care este definită de anumite condiţii se compune dintr-un număr finit de tipuri, scindându-se însă într-o varietate imensă de corpuri individuale, atunci vom utiliza, pe cât posibil, unghiurile şi centrele ariilor laterale ale acestor corpuri pentru ilustrarea varietăţii, dimensiunii şi poziţiei stelelor fixe. Dacă acest lucru depăşeşte însă puterile unui om, vom lăsa pentru mai târziu determinarea numărului şi poziţiei stelelor fixe, până când cineva ni le va indica fără excepţie în funcţie de număr şi de mărime. Să lăsăm deci stelele fixe preaînţeleptului arhitect, care e singurul care cunoaşte numărul stelelor şi le numeşte pe fiecare pe nume, şi să întoarcem privirea către planetele mai apropiate, aflate în mişcare, care apar în număr mai mic.

Dacă, în sfârşit, facem o selecţie printre corpuri, lăsând la o parte toate cele neregulate, păstrând doar pe cele ale căror arii laterale sunt în totalitate asemenea şi cu unghiuri asemenea, ne rămân acele cinci corpuri regulare, cărora grecii le-au dat

următoarele nume: zarul sau hexaedrul, piramida sau tetraedrul, dodecaedrul, icosaedrul şi octoedrul. Că nu pot exista altele în afara acestora cinci, vezi Euclid, cartea XIII, notele după teorema 18.

Pentru că numărul acestor corpuri este bine determinat şi foarte mic, iar tipurile celorlalte rămase sunt însă nenumărate sau infinite, trebuia să apară şi în lume două feluri de stele, care se diferenţiază printr-o caracteristică evidentă (aşa cum este repaosul şi mişcarea); primul fel trebuie să se apropie de infinit, ca şi numărul stelelor fixe, cealaltă trebuie să fie strict delimitată, ca şi numărul planetelor. Nu e locul aici să explicăm cauzele pentru care acestea se mişcă şi celelalte nu. Dar admiţând că stelele fixe au nevoie de mişcare, se deduce că pentru a o obţine ele au trebuit să primească orbite circulare.

Ajungem deci la orbite circulare prin mişcare şi la corpuri prin număr şi mărime. Ce ne mai rămâne altceva decât să spunem împreună cu Platon că *Dumnezeu face mereu geometrie* şi că atunci când a creat planetele el a înscris corpurile în cercuri şi cercurile în corpuri, până când nici un corp nu mai era neînzestrat în interior şi în exterior cu cercuri mişcătoare. Din teoremele 13,14,15,16,17 ale cărţii a XIII a lui Euclid, se poate vedea în ce măsură aceste corpuri sunt indicate de la natură pentru acest proces al înscrierii şi circumscrierii. După ce aceste cinci corpuri sunt îmbinate, adăugând atât între ele, cât şi în exteriorul lor cercuri spre încheiere, obţinem tocmai numărul de şase cercuri.

Dacă vreo epocă a explicat ordinea lumii pe temeiul admiterii de şase orbite mişcătoare în jurul soarelui staţionar, acest lucru l-a lăsat moştenire în orice caz adevărata astronomie. *Dar la Copernic găsim tocmai şase orbite de acest fel, care se află câte două în asemenea raporturi unele faţă de celelalte, încât cele cinci corpuri se interpun perfect; aceasta este esenţa expunerilor ce urmează.* De aceea trebuie să-l ascultăm pe Copernic, până în momentul în care cineva va emite ipoteze care se acordă şi mai bine cu constatările noastre filosofice, sau până când cineva ne va învăţa

că ceea ce s-a aflat prin cea mai bună deducţie direct din principiile naturii s-ar putea strecura pe nesimţite atât în cifre, cât şi în spiritul omenesc. *Căci ce ar putea fi mai demn de admirat, ce s-ar putea imagina cu mai mare putere de convingere decât faptul că ceea ce Copernic a constatat şi ordonat pornind de la fenomene, de la efecte, a posteriori, ca un orb ce se foloseşte de baston (cum îi plăcea să-i spună lui Rhäetikus), mai mult printr-o idee fericită decât printr-un procedeu concluziv de încredere, că tot ce e dedus, spuneam eu, prin temeiuri, a priori, din cauze, din ideea creaţiei este sesizat şi stabilit la modul cel mai sigur?"*

(J.Kepler, *Mysterium cosmographicum*, citat mai sus din cap.II, p. 45-49)

Două sunt lucrurile care-i sar în ochi cititorului de astăzi, care leagă anumite reprezentări de ştiinţele moderne ale naturii:

1. Ştiinţele naturii nu sunt pentru Kepler *absolut deloc mijloacele care servesc folosului material al omului, care-i facilitează tehnica* cu ajutorul căreia se poate aranja mai bine în lumea imperfectă şi care-i deschide calea progresului. Ştiinţele naturii îi sunt, dimpotrivă, un mijloc pentru preamărirea spiritului, o cale de a găsi linişte şi mângâiere în contemplarea perfecţiunii veşnice a creaţiei.

2. În strânsă legătură cu acestea se află *dispreţuirea uluitoare a empiricului*. Experienţa reprezintă doar descoperirea întâmplătoare a corelaţiilor, care pe baza înţelegerii motivelor apriorice pot fi percepute mult mai sigur. Concordanţa perfectă dintre ordinea „lucrurilor spiritului", creaţiile lui Dumnezeu, şi legile matematice şi inteligibile, „ideile" lui Dumnezeu, devine ideea fundamentală a lucrării „Harmonices mundi". *Motivele platonice şi neoplatonice îl conduc pe Kepler la concepţia că citirea operelor lui Dumnezeu, a naturii n-ar fi altceva decât recunoaşterea raportului pe care îl au cantităţile cu figurile geometrice.* „Geometria, veşnică ca şi Dumnezeu, izbucnind luminos din spiritul divin, i-a furnizat lui Dumnezeu imaginile pentru configurarea lumii, pentru ca aceasta să devină cea mai bună şi frumoasă, cea mai asemănătoare cu creatorul." (*Harmonices mundi*, în lb.germ. Weltharmonik, trad. şi introd. M. Caspar, München-Berlin 1939.)

*Opere*: *Kepleri opera omnia*, ed. Chr. Frisch, 8 vol. (1858–1871); J.K., *Gesammelte Werke*, ed. W. v. V. Dyck şi M. Caspar (vol. 1, 1937); *Mysterium Cosmographicum* (1956); *Das Weltgeheimnis*, germ. M. Caspar, 1923; *Ad Vitellionem paralipomena* (1604); *Zusätze zur Optik des Witelo*, excerpte germ. F. Plehn, Ostwalds Klassiker der Naturwiss., nr. 198; *Astronomia nova* (1609) – Neue Astronomie, germ. M. Caspar, 1929; *Dissertatio cum nuncio sidereo* (1610), germ. O. Bryk în „Johann K. Zusammenklänge der Welten", (1918); *Dioptrice* (1611), germ. F. Plehn, Oswalds Klassiker nr. 144; *Harmonices mundi* (1619); *Weltharmonik*, germ. M. Caspar, 1939; *Epitome Astronomiae Copernicane* (Abriß der kopernikanische Astronomie) (Cartea 1-3: 1618, 4: 1620); *J. K. in s. Briefen*, ed. M. Caspar şi W. v. Dyck. Vol.1 şi 2, München 1930.

*Scrieri despre J. K.*: M. Caspar, *Bibliographia Kepleriana*, 1936; K. Stöckl, *Kepler-Zeitschrift*, 1, 1930; M. Caspar, *J. K.* ediţia a doua 1950; idem, *J. K.'s wissenschaftliche u. philos. Stellung*, 1935; idem, *Kopernikus u. K.* 1943; idem, în „Das Deutsche in d. dt. Philos." 1941; E. F. Apelt, *J. K.'s astronomische Weltansicht* 1849; L. Günther, *K. u. die Theologie*, 1905; H. Zaiser, *K. als Philosoph*, 1932; K. Hildebrandt, *Kopernikus u. K.*, 1944.

## Galileo Galilei

### (15.2.1564-8.1.1642)

Galilei a trăit de fapt în aceeaşi perioadă cu Kepler, dar prin operele sale respiră un cu totul alt aer. Aici simţim nemijlocit începuturile gândirii moderne ale ştiinţelor naturii.

Dacă omul de ştiinţă se adânceşte în contemplarea anumitor fenomene ale naturii, el recunoaşte că *fenomene particulare ale naturii pot fi desprinse din contextul întregului, pot fi cunoscute şi determinate matematic.* În ştiinţele naturii, ale cărei deducţii sunt necesare şi general valabile, arbitrarul uman nu-şi are locul. Aşa se spune în „Dialogo dei massimi sistemi" (vol. I, pg. 288, Florenţa 1824): natura nu creează mai întâi spiritele umane şi apoi lucrurile, pentru ca acestea să se adapteze la cele dintâi, ci invers. *Fiecărei discuţii îi premerge observaţia, experienţa:* organele senzoriale, ca unelte, deţin prioritatea. De aici reiese că putem recunoaşte natura numai în limitele anumitor secţiuni. Oamenii care nu se simt apţi pentru o astfel de modestie a observaţiei şi descrierii

în cadrul unor limite impuse sunt condamnaţi să nu cunoască absolut nimic.

*Experienţa* trebuie să confirme proprietăţile corpurilor, pentru ca definiţia şi fenomenul să se acopere. Într-o scrisoare către Carcarille din 5 iunie 1673 (vol. VII, p.156) se spune: „Dacă experienţa ne arată aşadar că astfel de proprietăţi, ca cele pe care le-am dedus, îşi găsesc confirmarea în căderea liberă a corpurilor naturale, atunci putem afirma, fără pericolul erorii, că mişcarea gravitaţională concretă este identică cu cea pe care am definit-o şi presupus-o: dacă nu aşa se întâmplă, atunci demonstraţiile noastre, deoarece vor trebui să fie valabile numai pentru premisa noastră, nu-şi pierd cu nimic din forţa şi deductibilitatea lor, oricât ar afecta legile lui Arhimede despre spirală, pentru că în natură nu există nici un corp căruia să-i revină o mişcare în spirală."

Aici este exprimat un principiu fundamental al gândirii ştiinţifice în domeniul ştiinţelor naturii, cu o claritate şi conciziune uluitoare: principiul fundamental care stabileşte *relaţiile reciproce dintre ipoteză şi experienţă*. Spiritul uman creează premise pentru observarea naturii, care în sine trebuie să fie matematice, logic deductibile. Pentru aceste premise sunt valabile demonstraţiile matematice. Prin deductibilitatea acestora nu s-a spus încă nimic despre existenţa reală a unor astfel de relaţii în natură, aşa cum sunt ele gândite în premise. *Abia atunci când premisele sunt utilizate ca ipoteze în experienţa empirică şi confirmate acolo, ele dobândesc caracterul unor legi ale naturii*. Premisele, care în sine sunt logice, matematice, dar care nu-şi află nici un corespondent în natură, nu pierd prin aceasta nimic din deductibilitatea lor, dar nu formează nici o lege a naturii.

Deja Leonardo da Vinci (1452-1519) refuza orice raţionament care nu pornea de la criteriul observaţiei: observaţia pură nu este însă suficientă, pentru că aceasta devine fertilă abia atunci când este instrumentată pe baza elaborării unor ipoteze, ipoteze pe care experimentul trebuie să le confirme. De aceea, el afirmă că acolo unde avem dovezi experimentale, acolo sunt şi motive raţionale (*ragioni*), adică punctul de plecare al întrebărilor noastre adresate naturii. De aceea, ce se arată în experiment este întotdeauna un răspuns limitat al naturii. Acolo unde sunt motive raţionale este posibilă şi precizarea lor matematică. Astfel matematica devine pentru el o verigă determinantă dintre spiritul omului şi realitatea naturii.

Noutatea care apare aici este următoarea: nu mai este vorba doar de observarea naturii în genere, ci *de o observare care porneşte de la anumite principii* şi care se orientează în desfăşurarea ei după reguli de gândire precise. Acest lucru nu este însă nimic altceva decât observaţia experimentală, care constată cât şi în ce măsură concordă anumite principii teoretice cu observaţia.

Galilei face distincţia între înţelegerea extensivă şi intensivă a fenomenelor, referindu-se în cazul înţelegerii intensive la procedeul pas cu pas al ştiinţelor moderne ale naturii, în timp ce procedeul extensiv înseamnă sesizarea nemijlocită a întregului din temeiul său originar, deci o înţelegere care la urma urmei îi este rezervată doar lui Dumnezeu.

*a) Autoapărarea lui Galilei împotriva tradiţiei*

Pentru a realiza aceste idei şi idealuri metodice, Galilei trebuie să se asigure mai ales împotriva posibilelor obiecţii ale tradiţiei creştine şi ale reprezentanţilor ştiinţelor pseudo-aristotelice ale naturii. Din scrisoarea sa vestită către Elia Diodati, la fel ca şi din mai multe pasaje din „Dialogo dei massimi sistemi", răsună patosul eforturilor sale de a se elibera de tradiţia împietrită:

Florenţa, 15 ianuarie 1633

Dacă voi întreba ale cui creaţii sunt soarele, luna, pământul, stelele, mişcarea acestora şi toate celelalte, probabil că mi se va răspunde: ele sunt creaţiile lui Dumnezeu. Dacă voi continua să întreb de unde vine Sfânta Scriptură, mi se va răspunde, desigur, că este o operă a Sfântului Duh, deci tot creaţia lui Dumnezeu. Dacă voi întreba dacă Sfântul Duh foloseşte cuvinte care sunt în contradicţie flagrantă cu adevărul, pentru a se adapta puterii de înţelegere a mulţimii, de obicei inculte, atunci sunt sigur că mi se va răspunde, invocându-se toţi sfinţii autori, că aceasta ar fi în tradiţia Sfintei Scripturi, care în sute de locuri conţine propoziţii ce reprezintă, luate textual, curată erezie şi blasfemie, deoarece în ele Dumnezeu apare ca o fiinţă plină de ură, de regrete şi de uitare. Dacă voi întreba însă dacă Dumnezeu, pentru a se adapta minţii oamenilor, şi-ar fi schimbat vreodată creaţia sau dacă natura în sine imuabilă şi de neatins pentru dorinţele oamenilor ar fi păstrat

mereu acelaşi tip de mişcare, configurare şi repartizare a Universului, sunt sigur că mi se va răspunde că luna va fi întotdeauna rotundă, chiar dacă pentru mult timp ea a fost considerată plată. Pentru a rezuma toate acestea într-o propoziţie: n-o să se susţină niciodată că natura s-ar fi schimbat, pentru a-şi adapta creaţia la mintea oamenilor. Dacă astfel stau lucrurile, atunci întreb de ce să ne începem investigaţiile noastre, pentru a ajunge la cunoaşterea diverselor părţi ale lumii, de la cuvintele lui Dumnezeu, şi nu de la creaţiile sale? Este cumva creaţia mai puţin înălţătoare decât cuvântul? Dacă cineva ar susţine că ar fi blasfemie să afirmi că Pământul se mişcă, când apoi demonstraţia şi observaţia ne-ar arăta că el se mişcă într-adevăr, în ce probleme ar intra atunci Biserica? Dacă în schimb, invers, acolo unde creaţiile nu se arată neapărat concordante cu vorbele considerăm Sfânta Scriptură ca pe ceva secundar, acest lucru nu-i va dăuna neapărat; ea s-a adaptat adeseori părerii mulţimii, atribuindu-i adesea lui Dumnezeu proprietăţi complet eronate. De aceea întreb de ce ne dorim ca ea să se fi exprimat atât de corect atunci când vorbeşte de Soare, de Pământ?

*„Dialog despre cele două principale sisteme solare"*

*Prima zi*

SAGREDO: Mereu mi s-a părut o aroganţă supremă să iei darul de a înţelege pe care îl are omul ca etalon a ceea ce natura poate să facă, în timp ce, dimpotrivă, nu există nici un fenomen în natură, fie el cât de neînsemnat, a cărui deplină cunoaştere să poate fi atinsă. Aroganţa de a vrea să înţelegi totul izvorăşte numai dintr-o lipsă totală a oricăror cunoştinţe. Dacă cineva ar fi încercat măcar o dată să priceapă un lucru pe deplin şi ar fi gustat într-adevăr din ce înseamnă a şti, ar recunoaşte atunci că nu pricepe nici unul din celelalte adevăruri infinite.

SALVIATI: Ceea ce spuneţi aici este de necontestat. Drept dovadă ne serveşte exemplul celor care înţeleg sau au înţeles ceva: cu cât sunt mai înţelepţi, cu atât recunosc mai mult şi cu atât

mărturisesc mai deschis cât de puţine ştiu. Cel mai mare înţelept al Greciei, desemnat ca atare de oracol, a spus deschis că ştie că nu ştie nimic.

SIMPLICIO: Deci, sau oracolul sau Socrate însuşi trebuie să fi minţit, dacă acela îl preamăreşte ca pe cel mai înţelept, iar acesta spune că se recunoaşte complet ignorant.

SALVIATI: Nici una, nici cealaltă nu trebuie luată în seamă, deoarece ambele formulări pot fi adevărate. Oracolul îl desemnează pe Socrate ca cel mai înţelept dintre toţi oamenii, a căror înţelepciune este una limitată. Socrate se declară ignorant în raport cu înţelepciunea absolută, care este infinită. Deoarece însă, din infinit, multul nu este o parte mai mare decât puţinul sau nimicul – pentru a obţine de exemplu un număr infinit de mare, ajungem la acelaşi rezultat dacă însumăm miile, sau sutele, sau zecurile – de aceea Socrate era pe deplin conştient că ştiinţa sa limitată nu însemna nimic faţă de cea infinită, care îi lipsea. Pentru că, însă, şi la oameni se regăseşte o relativă cunoaştere, deşi inegal împărţită între ei, e posibil ca Socrate să fi deţinut o mai mare parte decât alţii şi astfel răspunsul oracolului să fi fost corect.

SAGREDO: Cred că înţeleg foarte bine acest punct. Oamenii, Signor Simplicio, deţin puterea de a acţiona, dar nu toţi uniform. Desigur, influenţa unui împărat este cu mult mai mare decât cea a unui cetăţean obişnuit; dar nici primul, nici al doilea nu reprezintă nimic în comparaţie cu măreţia puterii divine. Există oameni care pricep mai mult decât alţii din cultivarea pământului: dar ce au în comun arta de a butăşi un strugure cu arta de a prinde rădăcini, de a-l alimenta cu hrană, de a selecta din aceasta o parte pentru formarea lăstarilor, alta pentru creşterea ciorchinilor, a cărnii şi a cojii bobului; toate acestea le realizează natura preaînţeleaptă. Ei, aceasta este doar una din nenumăratele opere de care ea este capabilă, în ea manifestându-se o înţelepciune infinită; de aici se poate vedea de câte infinite ori este infinită înţelepciunea divină.

SALVIATI: Iată un alt exemplu. Arta de a descoperi într-un bloc de marmură o statuie minunată a situat geniul lui Buonarroti mult deasupra spiritelor comune ale celorlalţi oameni, nu-i aşa? Şi totuşi o asemenea operă nu-i nimic altceva decât o imitaţie exterioară, superficială a unei singure poziţii corporale şi a unei singure dispuneri a membrelor unui om nemişcat. Dar ce înseamnă aceasta în comparaţie cu omul aşa cum a fost creat de natură, om care are atât de multe organe interne şi externe, care are o mulţime de muşchi, tendoane, nervi, oase, care permit mişcări atât de variate? Şi în comparaţie chiar şi cu simţurile, puterea sufletească şi, în sfârşit, cu raţiunea? Nu putem afirma, pe bună dreptate, că realizarea unei statui e infinit în urma creării unui om viu, ba chiar a unui vierme?

SAGREDO: Şi ce diferenţă trebuie să fi fost între porumbelul lui Arhytas[1] şi unul natural?

SIMPLICIO: Dacă eu aparţin, de altfel, acelor oameni care posedă raţiune, atunci în ceea ce afirmaţi există o contradicţie evidentă. Dumneavoastră priviţi raţiunea drept unul din marile avantaje, ba chiar drept cel mai mare avantaj pe care îl are omul creat de natură; şi totuşi spuneaţi adineaori, împreună cu Socrate, că mintea sa ar fi nimic. Deci va trebui să spunem că nici natura nu s-a priceput să creeze un spirit care înţelege.

SALVIATI: Remarca dumneavoastră este foarte inteligentă; pentru a răspunde la ea trebuie să recurgem la o distincţie filosofică şi să constatăm că noţiunea de înţelegere poate fi utilizată în două modalităţi, şi anume intensiv sau extensiv. Extensiv, adică referitor la mulţimea lucrurilor comprehensibile al căror număr este infinit, mintea omenească nereprezentând nimic chiar dacă ar cunoaşte mii de adevăruri; pentru că în comparaţie cu infinitul o mie nu este mai mult decât zero. Dacă înţelegerea e privită intensiv, în măsura în care această

[1] Filosof pitagoreic şi demnitar, aprox.400-365 î.Hr. Se spune că ar fi construit porumbei automaţi care ar fi zburat.

expresie semnifică intensitatea, adică perfecţiunea în cunoaşterea unui oarecare adevăr particular, atunci afirm că intelectul uman percepe unele adevăruri atât de perfect şi este atât de sigur de ele, cum numai natura însăşi poate fi. Din acestea fac parte cunoştinţele pur matematice, şi anume geometria şi aritmetica. Desigur, spiritul divin cunoaşte infinit mai multe adevăruri matematice, pentru că el le cunoaşte pe toate. Cunoaşterea celor puţine însă, percepute de spiritul uman, se compară, după părerea mea, cu certitudinea obiectivă a cunoaşterii divine; căci ea ajunge să-şi înţeleagă necesitatea, iar o treaptă superioară a certitudinii nu prea poate exista.

SIMPLICIO: Asta numesc eu o vorbă hotărâtă şi temerară.

SALVIATI: Aceste teoreme sunt universal recunoscute şi mult deasupra bănuielii de înfumurare şi de cutezanţă. Nu se face nici o concesie maiestăţii atotcunoaşterii divine şi nici nu se prejudiciază cu ceva atotputernicia divină când se spune că Dumnezeu nu este capabil să facă făcutul nefăcut. Dar, Signore Simplicio, eu bănuiesc că aţi devenit suspicios pentru că, în parte, aţi înţeles greşit vorbele mele. Pentru a mă exprima, deci, mai clar, voi declara că adevărul, a cărui cunoaştere este mijlocită prin dovezi matematice, este acelaşi cu cel pe care îl cunoaşte înţelepciunea divină; trebuie, oricum, să recunosc în faţa dumneavoastră că modalitatea în care Dumnezeu cunoaşte nenumăratele adevăruri, din care noi cunoaştem doar câteva, puţine, se situează mult deasupra modalităţii noastre. Noi păşim înainte, cu ajutorul explicaţiilor, de la concluzie la concluzie, în timp ce el înţelege prin simpla intuiţie. Astfel noi, pentru a dobândi unele din proprietăţile nenumărate ale cercului, începem cu una dintre cele mai simple, o stipulăm pe aceasta drept definiţie şi purcedem dinspre ea, prin deducţii, la cea de-a doua, de aici la o a treia, apoi la o a patra ş.a.m.d. Intelectul divin, în schimb, percepe prin simpla sesizare a fiinţei sale, fără a gândi temporal, plenitudinea infinită a proprietăţilor sale. În realitate,

acestea sunt deja înglobate virtual în definiţiile tuturor lucrurilor constituind eventual în final, deşi sunt infinite ca număr, o unitate în esenţa lor şi spiritul divin. Aceste lucruri nu-i sunt străine nici chiar intelectului uman, fiindu-i totuşi întunecate de un văl de ceaţă adânc şi des; acesta devine, într-o anumită măsură, mai deschis şi transparent când stăpânim anumite concluzii, care au fost demonstrate riguros, devenind astfel proprietatea noastră spirituală, încât să putem sări repede de la una la cealaltă. Pentru că, în fond, teorema conform căreia pătratul ipotenuzei este egal cu suma pătratelor catetelor, nu este, oare, acelaşi lucru cu faptul că paralelogramele cu aceeaşi bază între două paralele sunt egale? Şi, în final, acest lucru nu este, oare, identic cu faptul că două suprafeţe trebuie să fie identice, atunci când, aşezate una peste alta, se suprapun fără ca una s-o depăşească pe cealaltă? Aceste treceri, pentru care spiritul nostru a avut nevoie de timp, treceri pe care le-a executat pas cu pas, intelectul divin le parcurge, la fel ca lumina, într-o clipită, sau, ceea ce este acelaşi lucru, ele îi sunt mereu prezente toate. De aici reiese pentru mine că, atât din punctul de vedere al modalităţii, cât şi din cel al cantităţii celor cunoscute, înţelegerea noastră se află infinit înapoia celei divine. Totuşi n-o dispreţuiesc chiar atât de mult încât s-o consider un nimic. Mai mult, dacă constat cât de multe şi minunate lucruri au priceput, cercetat şi realizat oamenii, atunci îmi dau seama şi înţeleg cât se poate de limpede că spiritul uman este o creaţie a Domnului, şi anume una din cele mai extraordinare.

SAGREDO: M-am gândit deja adesea la ceea ce spuneţi, la ingeniozitatea spiritului uman. Şi dacă revăd nenumăratele descoperiri minunate ale omenirii în domeniul artelor şi ştiinţelor şi mă gândesc apoi la cunoştinţele mele, care nu mă fac deloc în stare să descopăr vreuna nouă, şi nici măcar să înţeleg cele deja descoperite, atunci sunt confuz de uimire, abătut de disperare şi mă consider aproape nefericit. Atunci

când contemplu o statuie minunată, îmi spun: când vei învăţa, oare, să eliberezi dintr-un bloc de marmură un astfel de miez, să descoperi forma minunată pe care o ascundea? Sau să amesteci diverse culori şi să le pui pe o pânză, sau pe un perete, astfel încât să reprezinte întreaga împărăţie a vizibilului, precum un Michelangelo, un Rafael, un Tizian? Dacă mă gândesc la cum a învăţat omul să despartă intervalele muzicale, a stabilit norme şi reguli cu scopul de a le utiliza pentru plăcerea minunată a urechii, cum să încetez să mă mai minunez? Şi ce de instrumente diverse? Cât de mult lectura poeţilor înzestraţi cu har îl umple de uimire pe cel care urmăreşte cu mirare şi concentrare descoperirea şi explicarea gândurilor lor? Ce să mai spunem de arta de a construi, de ştiinţa navigaţiei? Şi cum se distinge deasupra tuturor invenţiilor uimitoare măreţia spirituală a celui care a inventat mijlocul de a comunica oricui altcuiva gândurile, oricât de îndepărtat ar fi în spaţiu şi timp? Să-i vorbească celui care este în India? Să le vorbească celor care încă nu s-au născut, care vor fi născuţi abia după o mie şi zece mii de ani? Şi cu ce uşurinţă? Prin diversele combinaţii a douăzeci de semne pe o foaie de hârtie. Acest lucru ar trebuie să fie pentru noi încoronarea tuturor descoperirilor uimitoare ale oamenilor şi să constituie încheierea dialogurilor noastre de astăzi. Perioada de arşiţă a zilei a trecut şi, desigur, Signor Salviati se va bucura mult, cred eu, de răcoarea noastră, la o plimbare cu gondola. Mâine vă voi aştepta pe amândoi pentru a continua dialogurile începute.

Ziua a doua

SALVIATI: Ieri am deviat adesea de la calea dreaptă a explicaţiilor noastre, încât numai cu greu voi putea ajunge, fără ajutorul Domniilor Voastre, din nou pe traiectoria bună ca să pot continua.

SAGREDO: Mi se pare uşor de înţeles că vă găsiţi oarecum în încurcătură, de vreme ce vă tot gândiţi la cele deja prezentate, precum şi la cele ce vor fi încă prezentate. Eu, în schimb, care trebuie să memorez, ca simplu ascultător, doar cele auzite, voi reuşi, sper, printr-un scurt rezumat, să descâlcesc firul cercetărilor noastre. În măsura în care memoria nu mă înşală, obiectul principal al dialogurilor noastre de ieri a fost acela de a cerceta în profunzime care din cele două opinii este mai probabilă şi mai argumentată, cea conform căreia substanţa corpurilor cereşti ar fi increabilă, indestructibilă, imuabilă, insensibilă, pe scurt, făcând abstracţie de schimbările de loc, ar fi sustrasă oricăror transformări, reprezentând astfel un al cincilea element, care este complet diferit de corpurile noastre elementare, productibile, destructibile, modificabile; sau cealaltă părere conform căreia un asemenea raport greşit dintre părţile Universului poate fi ignorat, Pământul bucurându-se de aceleaşi avantaje ca şi celelalte corpuri care formează Universul, fiind, cu alte cuvinte, o minge ce se deplasează liber, la fel de bine ca şi Luna, Jupiter, Venus sau o altă planetă. În final am evidenţiat multe concordanţe dintre Pământ şi Lună, mai mult cu Luna decât cu o altă planetă, probabil datorită cunoaşterii mai precise şi mai palpabile senzorial, pe care o deţinem despre ea datorită distanţei mai reduse. După ce, în final, am ajuns la concluzia că această a doua părere ar fi mai plauzibilă, consecvenţa ne cere, după cum mi se pare mie, să verificăm dacă Pământul trebuie considerat nemişcat, aşa cum până acum au crezut cei mai mulţi, sau în mişcare, cum au crezut câţiva filosofi ai Antichităţii şi cum unii afirmă mai nou; şi dacă se află în mişcare, cum anume este configurată această mişcare.

SALVIATI: Acum ştiu din nou precis ce cale avem de străbătut. Înainte de a începe însă să purcedem mai departe, îmi permit o remarcă, referitor la ultimele dumneavoastră cuvinte. Aţi spus că am ajuns la ideea că opinia conform căreia Pământul

este considerat asemănător cu celelalte corpuri cereşti ar fi mai plauzibilă decât cea opusă. Acest lucru însă eu nu l-am afirmat, la fel de puţin precum voi considera demonstrată oricare din celelalte teorii aflate în litigiu. Am avut doar intenţia să aduc în discuţie, pentru şi împotriva ambelor opinii, argumente şi contraargumente, obiecţiile şi răspunsurile la aceste obiecţii, pe care le-au făcut alţii, precum şi unele lucruri noi de care m-am lovit prin îndelungă cugetare. Decizia o las însă la îndemâna judecăţii altora.

SAGREDO: M-am lăsat târât de sentimentele mele proprii. Cu convingerea că şi ceilalţi ar fi trebuit să gândească la fel ca mine, am generalizat ceea ce ar fi trebuit să exprim într-un mod mai restrâns. M-am făcut într-adevăr vinovat de o eroare, în special de faptul că nu cunosc părerea lui Signor Simplicio, aici de faţă.

SIMPLICIO: Recunosc că întreaga noapte trecută am mai judecat o dată explicaţiile noastre de ieri şi găsesc că ar conţine într-adevăr multe lucruri frumoase, noi şi adevărate. Pe lângă toate acestea m-am simţit şi mai mult încurajat de faima unor scriitori atât de mari, şi în special – scuturaţi capul, Signor Sagredo, şi zâmbiţi de parcă aş fi spus ceva strigător la cer.

SAGREDO: Zâmbesc doar, dar credeţi-mă, aproape că mă înăbuş abţinându-mă să nu râd; mi-aţi adus aminte de o istorie extraordinară, la care am fost martor cu câţiva ani în urmă, împreună cu câţiva alţi nobili prieteni, ale căror nume nu vi le-aş mai putea spune.

SALVIATI: Ar fi bine dacă ne-aţi povesti această istorie, pentru că altfel Signor Simplicio ar crede în continuare că el a fost cel care v-a făcut să râdeţi.

SAGREDO: Fie. Mă găseam într-o zi în casa unui medic de vază din Veneţia, unde veneau adeseori oameni, în parte pentru studiile lor, în parte din curiozitate, pentru a asista la o disecţie făcută de un anatomist cu adevărat învăţat, dar grijuliu şi iscusit. În această zi, deci, s-a întâmplat să se caute originea

şi punctul de plecare al unui nerv, care reprezintă un cunoscut litigiu dintre medicii din şcoala lui Galen şi peripateticieni. Şi când anatomistul arăta cum trunchiul principal al nervilor, pornind de la creier, trece de-a lungul cefei, se întinde de-a lungul întregii coloane vertebrale şi se ramifică prin întregul corp, ajungând la inimă ca un firicel foarte fin, de grosimea unui fir de aţă, el se adresă unui nobil – care-i era cunoscut ca peripatetician şi de dragul căruia arătase şi dezvăluise totul cu o grijă ieşită din comun – întrebându-l dacă e mulţumit acum şi dacă e convins că nervii au originea în creier şi nu în inimă. La care filosoful nostru a răspuns, după ce stătuse o clipă pe gânduri: mi-aţi arătat totul atât de clar, într-un mod atât de remarcabil, încât dacă nu s-ar opune textul lui Aristotel, care spune clar că originea nervilor ar fi în inimă, m-aş vedea obligat să recunosc că aveţi dreptate.

SIMPLICIO: Doresc totuşi să vă atrag atenţia, domnilor, că această dispută privind originea nervilor nu este nicidecum atât de clară şi decisă, precum îşi imaginează probabil unii.

SAGREDO: Cu siguranţă că ea nu va fi aşa niciodată; pentru că niciodată nu vor lipsi astfel de adversari. Însă ceea ce spuneţi nu diminuează cu nimic din ciudăţenia răspunsului dat de peripatetician; pentru că împotriva unui experiment atât de evident el n-a prezentat nicidecum alte experienţe sau argumente din Aristotel, ci n-a făcut decât să aducă în faţă autoritatea sa, purul *ipse dixit*.

SIMPLICIO: Aristotel a dobândit o faimă atât de mare numai prin dovezile sale zdrobitoare, prin cercetările sale profunde. Numai că trebuie să-l înţelegi, şi nu numai să-l înţelegi, ci să fii atât de familiarizat cu scrierile lui, încât să ai o viziune de ansamblu, astfel încât fiecare din cuvintele sale să fie prezente în faţă ochilor minţii. Pentru că el n-a scris pentru mulţime şi nu s-a simţit obligat să-şi înşire concluziile în mod elementar, ordonate pe degete. El se serveşte uneori mai degrabă de o succesiune încâlcită, aducând dovada unei afirmaţii într-un

capitol care aparent tratează cu totul altceva. De aceea este necesară marea viziune de ansamblu asupra întregului; de aceea acel pasaj trebuie combinat cu altul, acest paragraf trebuie comparat cu un altul din cu totul altă parte. Nu există nici o îndoială că cel care deţine această artă poate extrage din cărţile sale dovezile pentru tot ce-i comprehensibil; pentru că în ele este conţinut totul.

SAGREDO: Dar, dragă Signor Simplicio, dacă nu vă indispune incoerenţa materiei şi dacă credeţi că prin comparaţie şi combinaţii de mici fragmente izolate o să dobândiţi chintesenţa, atunci voi compara procedeul pe care dumneavoastră şi colegii dumneavoastră inimoşi îl folosesc la textul aristotelic cu versurile lui Virgiliu sau Ovidiu, vrând să pun un fragment de aici peste celelalte fragmente şi să explic prin acestea toate problemele umane şi tainele naturii. Dar pentru ce am nevoie de Virgiliu sau de un alt poet? Am o cărticică mult mai scurtă decât orice carte de Aristotel sau Ovidiu, cărticică în care sunt cuprinse toate ştiinţele şi din care, cu cel mai mic efort, poţi să dobândeşti cea mai perfectă vedere de ansamblu; este vorba de alfabet. Nici o îndoială că prin organizarea şi combinarea uneia sau alteia dintre vocale, plus această sau acea consoană poţi obţine informaţia cea mai sigură cu privire la orice îndoială, poţi dobândi teoremele oricărei ştiinţe, regulile tuturor artelor; la fel cum pictorul amestecă doar diferite culori, care se întind separat pe şevalet, din aceasta puţin şi din cealaltă ceva, creând cu ajutorul lor oameni, plante, case, păsări, peşti, pe scurt, imitând tot văzutul, fără a avea pe paleta sa ochi, pene, solzi, frunze sau pietre. Ba chiar nici nu este permis ca unul din lucrurile de imitat, sau părţi ale acestuia să se afle într-adevăr alături de culori, dacă cu ajutorul acestora trebuie să fii în stare să reprezenţi totul. Dacă, de exemplu, ar avea pene alături, le-ar putea folosi doar pentru a copia păsări sau un evantai de pene.

SALVIATI: Cunosc câţiva nobili, şi astăzi încă vioi şi sănătoşi, care au fost de faţă, când un medic, în cadrul unei facultăţi vestite, auzind o descriere a lunetei, pe care n-o văzuse încă, a spus că invenţia ar fi preluată din Aristotel. După ce a trimis să se aducă un text, a căutat un anumit pasaj, unde se tratau cauzele în urma cărora pe fundul unei fântâni foarte adânci se puteau vedea stelele de pe cer ziua în amiaza mare. El li s-a adresat celor de faţă: aici aveţi fântâna, ea este tubul; aveţi aici vaporii denşi, ei au fost modelul pentru lentile; aveţi aici, în sfârşit, amplificarea capacităţii de vedere la trecerea razelor printr-un mediu mai dens, întunecat şi transparent.

SAGREDO: Această manieră de a cuprinde tot ce poate fi cunoscut este asemănătoare cu aceea conform căreia un bloc de marmură conţine una sau o mie de statui, din cele mai minunate; dificultatea este numai a le descoperi. Putem, de asemenea, să spunem că aceste lucuri stau ca şi cu propovăduirile lui Gioacchino [da Fiore] sau oracolele celor bătrâni, pe care le înţelegi abia după ce lucrurile prezise s-au săvârşit.

SALVIATI: Nu vă gândiţi şi la prezicerile astrologilor, care din horoscop, adică din poziţia constelaţiilor, pot ulterior să fie descifrate atât de limpede?

SAGREDO: La fel stau lucrurile cu descoperirile alchimiştilor, care, conduşi de un *humor melancholicus*, află că în realitate cele mai luminate minţi ale omenirii n-au scris despre nimic altceva decât despre arta de a face aur. Pentru a-i învăţa pe aceştia, fără a dezvălui totul poporului, au inventat unul o modalitate, celălalt alta, pentru a sugera secretul prin mai multe deghizări. Nimic nu este mai vesel decât să auzi comentariile lor la vechii poeţi, unde adulmecă cele mai importante mistere, ascunse în veşmântul fabulei: ce semnifică târguielile amoroase ale zeiţei Lunii, pogorârea ei pe Pământ de dragul lui Endymion, furia ei împotriva lui Acteon; când Jupiter s-a transformat într-o ploaie de aur, când în flăcări fierbinţi, ce

taine adânci ale artei sălăşluiesc în acel Mercurius Interpres, în acele răpiri ale lui Pluto în acele crengi de aur.

SIMPLICIO: Cred, iar în unele cazuri sunt sigur că nu se duce lipsă de minţi cât se poate de ciudate; dar inepţiile nu trebuie exploatate în defavoarea lui Aristotel, despre care, aşa cum mi se pare mie, vorbiţi uneori cu prea puţină consideraţie. Pur şi simplu vârsta şi marele renume pe care l-a dobândit după judecata atâtor oameni aleşi ar trebui să fie suficiente pentru a-l face demn de stimă în ochii tuturor învăţaţilor.

SALVIATI: Numai că lucrurile nu stau astfel, Signor Simplicio. Chiar unii din cei mai apropiaţi discipoli sunt vinovaţi, sau mai degrabă ar fi vinovaţi de faptul că este considerat mai puţin mare, dacă ar fi să credem relatărilor lor seci. Voi însă, spuneţi-mi respectuos, sunteţi chiar atât de ignoranţi încât nu puteţi să recunoaşteţi că dacă Aristotel ar fi fost de faţă atunci când doctorul l-a numit inventatorul lunetei el ar fi fost mult mai mâniat pe acesta, decât pe aceia care l-au luat în derâdere pe doctor şi maniera sa de a prezenta lucrurile? Vă îndoiţi, cumva, că Aristotel şi-ar schimba părerea şi şi-ar corecta cărţile dacă ar afla de noile descoperiri astronomice? Că s-ar declara în favoarea unor astfel de teorii logice şi ar îndepărta de lângă sine toate acele spirite mărunte, care reuşesc, cu meschinăria propriei lor persoane, să păstreze în vigoare oricare din vorbele lui, care nu pot recunoaşte că dacă Aristotel ar fi aşa cum şi-l imaginează ei, ar fi un prost, un încăpăţânat, un suflet de barbar, plin de samavolnicie tiranică, care-i consideră pe toţi vite proaste şi care acordă prioritate manifestărilor voinţei sale, înaintea percepţiei prin simţuri, înaintea experienţei, înaintea naturii însăşi? Discipolii săi i-au conferit lui Aristotel autoritatea, nu el şi-a atribuit-o sau şi-a însuşit-o. Pentru că este mai uşor să cauţi protecţie sub scutul altuia decât să păşeşti cu fruntea sus în bătaie, ei se tem şi n-au curajul să se îndepărteze măcar cu un pas de el. Înainte de

a schimba ceva pe cerul lui Aristotel, dezmint cu impertinenţă ceea ce văd pe cerul naturii.

SAGREDO: Oameni de teapa aceasta îmi amintesc de acel sculptor care dintr-un uriaş bloc de marmură a format, nu ştiu sigur, statuia unui Hercule sau a unui Jupiter tunând. Prin arta sa minunată a ştiut să-i confere atâta viaţă, atâta maiestate încât fiecare privitor era cuprins de teamă, ajungându-se până acolo încât şi artistul însuşi a început să se teamă de el, deşi expresia şi mişcarea erau opera mâinilor sale. Atât de mare îi era groaza, încât n-ar mai fi îndrăznit de acum încolo să se apropie de el cu ciocanul şi cu dalta.

SALVIATI: M-am mirat adeseori cum de este posibil ca discipolii lui Aristotel, încrezători în litere, să nu-şi dea seama ce împuţinare aduc stimei şi renumelui acestuia, cum i-o micşorează în încercarea de a-i mări autoritatea. Pentru că atunci când îi văd apărând cu îndărătnicie teorii care sunt în mod evident greşite, când vor să mă convingă că aşa se cade să facă filosoful adevărat şi aşa ar proceda chiar Aristotel însuşi, atunci mă reîntorc la ideea că deducţiile sale sunt corecte în alte domenii, mai puţin accesibile mie. Dacă i-aş vedea însă cedând, pe fondul unor adevăruri clare ca lumina zilei, şi schimbându-şi părerea, aş crede că acolo unde ei rămân la părerea lor, dovezile lor, neinteligibile şi necunoscute mie, ar fi riguros corecte.

SAGREDO: Sau când faima lor proprie şi cea a lui Aristotel ar părea prea periclitate în ochii lor, din moment ce recunosc că el n-ar fi cunoscut unele sau altele dintr-un rezultat descoperit de altul, n-ar face mai bine să-l descopere totuşi în scrierile sale, prin combinaţia diferitelor pasaje, după reţeta sugerată de Signor Simplicio? Pentru că dacă tot ce poate fi cunoscut se găseşte în ele, cu siguranţă că şi acesta va fi conţinut acolo.

SALVIATI: Signor Sagredo, nu ridiculizaţi acest mijloc perspicace de informaţie, pentru că mi se pare că faceţi această propunere în glumă. Dar încă n-a trecut prea mult timp de când un filosof

de mare renume a scris o carte despre suflet, unde, redând opinia aristotelică despre problema nemuririi, a reprodus multe citate din el – nu citatele lui Alexandru, care, după cum spunea, nu tratează absolut de loc această materie, darămite să decidă ceva în legătură cu aceasta – ci alte pasaje, găsite de el în locuri foarte ascunse, care aveau o conotaţie periculoasă. Făcut atent asupra faptului că va avea dificultăţi în obţinerea bunului de tipar, i-a răspuns prietenului că tot nu renunţă din acest motiv să dorească rezolvarea problemei; pentru că dacă nu i-ar mai sta şi altele în cale, i-ar fi foarte uşor să schimbe teoria lui Aristotel şi să demonstreze prin alte explicaţii şi cu ajutorul altor pasaje părerea contrară celei în sensul lui Aristotel.

SAGREDO: Toată stima pentru acest savant! El nu-l lasă pe Aristotel să-i demonstreze că ceea ce-i negru ar fi alb, să-l ducă de nas şi să-l facă să danseze după fluierul său. Vedeţi cât este de important să prinzi momentul favorabil. Nu trebuie să te pui cu Hercule atunci când e furios şi turbat, ci atunci când stă la taclale cu servitoarele meonice. Vai, nemaiauzită nemernicie a spiritelor târâtoare! A păşi benevol în sclavie, a te lăsa prins definitiv în opinii ce sunt străine de voinţa ta, a te declara convins şi învins de argumente care sunt atât de convingătoare, atât de clar demonstrate, încât tocmai aceşti oameni nu prea ştiu dacă şi ei se referă la obiect sau dacă sunt meniţi să întărească respectiva afirmaţie! Aiureala cea mai mare însă este că nu sunt în consens asupra faptului dacă autorul însuşi s-a situat pentru sau împotriva afirmaţiei. Nu înseamnă aceasta să-ţi faci dintr-un idol de lemn un oracol? De la acesta să aştepţi lămuriri, de el să te temi, să-l venerezi, să-l preamăreşti?

SIMPLICIO: Dacă te dezici însă de Aristotel, cine va fi conducător în ştiinţă? Numiţi voi un autor oarecare!

SALVIATI: Călăuza este necesară în ţările sălbatice, necunoscute, în câmpia deschisă numai orbii au nevoie de protecţie. Cel ce e orb ar face bine să rămână acasă. Cel ce însă are ochi, fizici

şi spirituali, să-i folosească drept călăuză! De aceea nu spun că nu trebuie ascultat Aristotel, ba chiar este lăudabil să-l consulţi şi să-l studiezi cu hărnicie. Critic doar atunci când văd că i te abandonezi fără discernământ, în aşa fel încât subscrii la oricare din vorbele sale şi, fără să mai cercetezi alte temeiuri, le recunoşti pe acestea ca imperative de nezdruncinat. Acest lucru este un abuz care poartă cu sine încă un alt mare rău: nu mai facem efortul de a ne convinge de stricteţea dovezilor proprii. Ce poate exista mai de ocară decât să vezi cum în disputele publice, unde este vorba de afirmaţii demonstrabile, brusc cineva scoate un citat, care mult prea des se referă la un cu totul alt obiect, închizându-i adversarului gura cu acesta? Dacă vreţi însă neapărat să continuaţi să studiaţi în această manieră, nu vă numiţi de acum încolo filosofi, ziceţi-vă istorici sau doctori ai memoratului pe dinafară; pentru că cel ce nu filosofează niciodată nu poate avea pretenţia la titlul de onoare de filosof. Dar am face bine să o luăm din nou către ţărm, pentru a nu ajunge în largul nesfârşit al mării, din care n-am mai reuşi să ieşim toată ziua de astăzi. De aceea, Signor Simplicio, prezentaţi-ne argumentele dumneavoastră, sau temeiurile şi demonstraţiile lui Aristotel, nu însă citate şi pure autorităţi; pentru că cercetările noastre au ca subiect lumea simţurilor şi nu o lume pe hârtie.

(G. Galilei, *Dialogo dei massimi sistemi. Giornata prima e seconda*, Florenţa 1890-1909)

*Proiectul lui Galilei privind ştiinţele moderne ale naturii*

Extrasele redate pentru început din scrierile lui Galilei au o însemnătate istorică pentru disputa pe care a purtat-o cu tradiţia. Din următorul paragraf al „Dialogurilor şi demonstraţiilor matematice privind două ştiinţe noi" se relevă metoda sa nouă. Obiectul ei nu este descrierea de fenomene noi: mişcarea unui corp în cădere a fost observată în toate timpurile; dar n-a fost niciodată cercetată în legitatea ei strict delimitată. Un fenomen este legic atunci când, izolat din multitudinea de mişcări ale corpurilor naturale, este precis identificat şi poate fi

demonstrat în ceea ce priveşte proprietăţile sale cu ajutorul unor etaloane precise, principii sau axiome. *A demonstra înseamnă a determina şi întemeia fenomenul observat din perspectiva unui punct de plecare dinainte presupus:* abia de aici se naşte ştiinţa, care nu se mulţumeşte cu constatări întâmplătoare, schimbătoare şi relative. Definiţia fenomenului trebuie, de aceea, să corespundă „comportamentului" naturii în limitele cadrului trasat prin premise: „Natura" este deci *un segment sau sector modest, strict delimitat, din multitudinea de fenomene* constatate de simţurile noastre, segmente în cadrul cărora – după cum spune Galilei – ne putem lăsa „conduşi de ea de mână". Întrebările şi răspunsurile, observaţiile şi determinările nu mai sunt orientate pe cunoaşterea generală metafizică, teologică, ci se delimitează cu modestie. În timp ce Kepler le-a atribuit fenomenelor, independent de observaţie, un caracter veşnic metafizic, teologic, la Galilei a avut loc o răsturnare completă. La Kepler ştiinţele naturii sunt încă complet neistorice: o dată cu Galilei *ele devin istorice, prin faptul că fenomenele care vor fi determinate sunt chestionate după proprietăţile lor numai în cadrul premiselor stabilite de oameni*. Dacă aceste premise se modifică, atunci trebuie să se modifice şi descrierea fenomenului considerat astfel în cadrul unor limite. În cadrul limitelor individuale, stabilite de oameni de la caz la caz, natura oferă oricum mereu acelaşi răspuns, şi această legitate de fier „veşnică" devine acum obiectul edificării ştiinţifice, descoperirea ei constituind mândria savantului din domeniul ştiinţelor naturii.

*„Dialoguri privind cele două principale sisteme solare"*

*Ziua a treia*

Despre un subiect foarte vechi dezvoltăm o ştiinţă complet nouă. Probabil că nimic nu este mai vechi în natură decât mişcarea, iar despre aceasta cercetătorii au scris numeroase şi voluminoase cărţi. Totuşi îi găsesc numeroase proprietăţi demne de ştiut, care până acum n-au fost observate şi cu atât mai puţin demonstrate. Suntem obişnuiţi să pomenim de unele mai uşor de constatat, de exemplu de faptul că mişcarea naturală a corpurilor grele în cădere se accelerează constant. Dar după ce legi se petrece această accelerație nu s-a făcut cunoscut până acum. Pentru că, din câte ştiu eu, nimeni n-a demonstrat că segmentele parcurse de un corp

care cade din starea de inerţie în timpi egali se comportă ca numerele impare succesive, începând de la unu. S-a observat că obuzele sau corpurile aruncate descriu o oarecare linie curbă; dar faptul că aceasta este o parabolă nu l-a afirmat nimeni. Voi demonstra că lucrurile stau într-adevăr aşa, dar şi multe altele la fel de importante; voi deschide calea – iar acest lucru îl consider mai important către alcătuirea unei ştiinţe foarte vaste şi importante, ale cărei premise iniţiale vor constitui lucrările noastre de faţă. Spirite mai pătrunzătoare decât mine vor pătrunde în zonele ei mai îndepărtate.

Vom structura tratatul nostru pe trei părţi. În prima vom trata tot ceea ce se referă la mişcarea egală şi uniformă; în cea de-a doua vom trata despre mişcarea naturală accelerată, iar în cea de-a treia mişcarea forţată sau aruncarea.

*Despre mişcarea naturală accelerată*

Particularităţile mişcării uniforme au fost tratate în volumul premergător, acum va trebui să luăm în consideraţie mişcarea accelerată. Trebuie căutată, înainte de toate, o definiţie corespunzătoare comportamentului autentic al naturii. Pentru că, deşi se poate imagina arbitrar un oarecare tip de mişcare şi se pot lua în consideraţie procesele care rezultă de aici (astfel au procedat de fapt descoperitorii spiralelor şi Conchoidelor, care se nasc din mişcări care, desigur, nu se manifestă în natură, demonstrând excepţional proprietăţile acestora din premise), am preferat aici, deoarece natura în mişcarea ei, şi anume la căderea corpurilor grele, menţine un anumit tip de acceleraţie, să luăm în consideraţie proprietăţile acestei mişcări, căci definiţia noastră a mişcării accelerate, care urmează a fi dată, coincide tocmai cu esenţa mişcării naturale accelerate.

Am ajuns la această convingere, în sfârşit, după o lungă cugetare, determinată mai ales de motivul că proprietăţilor care vor fi de demonstrat mai târziu le corespunde precis şi le este congruent acel lucru pe care experimentele le relevă simţurilor.

Şi, în sfârşit, în cercetarea mişcării natural accelerate, observarea obiceiurilor şi organizării naturii, în cadrul tuturor celorlalte activităţi, ne-a condus oarecum paşii; aceasta are obiceiul de a se servi de mijloacele ajutătoare cele mai la îndemână, cele mai simple şi uşoare. Pentru că, după părerea mea, nimeni nu va crede că înotul sau zborul se poate executa mai uşor şi mai simplu decât o fac peştii sau păsările din instinctul lor natural. Dacă observ deci o piatră care cade de la înălţime din starea de inerţie şi suferă ulterior creşteri noi de viteză, de ce să nu cred că astfel de creşteri se petrec în modul cel mai simplu şi la îndemână? Dacă privim cu atenţie, n-o să găsim nici o înmulţire, nici o creştere care ar fi mai simplă decât cea care se adaugă mereu în acelaşi fel. Ne vom convinge uşor de acest lucru dacă luăm în consideraţie corelaţia strânsă dintre timp şi mişcare; aşa cum, de exemplu, regularitatea şi uniformitatea unei mişcări este definită şi percepută prin identitatea intervalelor de timp şi a segmentelor (pentru că o mişcare este uniformă atunci când în timpi egali se parcurg segmente egale), astfel, printr-o împărţire la fel de uniformă a timpului, putem înregistra şi creşterile de viteză, generate într-un mod simplu; această mişcare o recunoaştem mental ca fiind uniformă şi accelerată constant, mereu în acelaşi mod, pentru că i se adaugă pentru segmente oarecare timpi identici, creşteri identice de viteză. Dacă, deci, din primul moment în care corpul părăseşte starea de inerţie şi începe să cadă i se prelevează un număr oarecare de segmente de timp, atunci gradul de viteză care a fost atins în primul şi al doilea segment de timp va fi de două ori mai mare decât cel pe care corpul l-a atins în primul segment. Gradul de viteză însă, pe care acesta îl atinge în trei segmente de timp va fi de trei ori mai mare, în patru, de patru ori mai mare decât viteza după primul segment de timp. Dacă deci, (pentru a ne face mai bine înţeleşi) el şi-ar continua mişcarea după gradul sau energia cinetică a vitezei dobândite în primul segment de timp şi ar păstra-o apoi uniform în acelaşi grad, atunci această mişcare ar fi de două ori mai înceată ca cea pe care ar fi dobândit-o cu gradul de viteză

la care ajunge în două segmente de timp; astfel nu pare a fi absolut deloc în contradicţie cu adevărul, când admitem că intensitatea vitezei s-ar orienta după lungimea timpului. De aceea se poate admite următoarea definiţie a mişcării, pe care dorim s-o tratăm: numim uniform sau constant accelerată o mişcare care, plecând din starea de inerţie, dobândeşte în timpi identici creşteri identice de viteză.

*Despre mişcarea de aruncare*

*Ziua a patra*

Proprietăţile mişcării uniforme, asemenea celei natural accelerate de-a lungul unui plan înclinat oarecare, le-am explicat mai sus. În cele ce vor urma voi prezenta câteva fenomene importante şi demne de ştiut şi voi încerca să le sprijin cu dovezi sigure – fenomene care apar la un corp, atunci când acesta se află într-o mişcare, compusă din două, şi anume din una uniformă şi din una natural accelerată. Aşa pare a fi constituită mişcarea pe care o numim mişcare de aruncare; producerea ei mi-o imaginez astfel:

Iau un corp care este aruncat deasupra unui plan orizontal fără nici un obstacol; din cele care au fost explicate amănunţit în altă parte, s-a stabilit că acea mişcare s-ar petrece uniform şi continuu în acest plan, dacă planul s-ar extinde nelimitat. Dacă ni-l imaginăm însă limitat şi ridicat, atunci corpul, presupus a avea o greutate, va ajunge la capătul planului, în timp ce în deplasarea uniformă şi indestructibilă de până acum se va adăuga acea tendinţă spre coborâre, care-i este proprie, datorită greutăţii sale; astfel se naşte o anumită mişcare care este compusă dintr-una uniformă orizontală şi una natural accelerată îndreptată în jos; pe aceasta o numesc mişcare de aruncare. Câteva din proprietăţile acesteia le vom demonstra în continuare...

(G. Galilei, *Dialoguri şi argumente matematice despre două noi ştiinţe*, Florenţa, 1890-1905)

*Opere: Le opere di G.G.*, Edizione nazionale, ed. de A. Favaro şi J. del Lungo, 20 vol. Florenţa 1890-1909; Opere editate în lb. germană; Leipzig 1892.

*Scrieri despre G.G.*: A. Carli şi A. Favaro, *Bibliografia Galileiana*, Roma, 1890; K. von Gebler, *G.G. und die römische Curie*, 2 vol., 1875-1877; E. Wohlwill, *G. und sein Kampf für die copern. Lehre*, 2 vol., 1909 şi 1926; L. Olschki, *Galileo G. und seine Zeit*; 1927; E. J. Dijksterhuis, *De Mechanisering van het Wereldbeeld*, Amsterdam 1950; P. Aubanel, *Le génie sous la tiare...Urbain VIII et G.*, 1929; F. Sherwood Taylor, *G. and the Freedom of Thought*, London 1938; A. Koyré, *Etudes Galiliéennes*, 3 caiete, 1939; A. Maier, *Die Vorläufer G.'s im 14 Jahrh.*, Roma 1949; P. Natorp, *G. als Philosoph*, in Philos. Monatsh., 1882; E. Casirer, „Wahrheitsbegriff und Wahrheitsproblem bei G.", in „Scientia"1937; A. Koyré, „G.und Plato", in „Journal of History of Ideas", vol. 4, 1943.

## Isaac Newton

### (4.1.1643- 31.3.1727)

Ideile metodice pe care le-am urmărit la G. Galilei au devenit de acum un bun comun. Observarea ştiinţifică a naturii duce la mereu noi descoperiri şi cuceriri, după ce în Anglia R. Bacon (1561-1626) accentuase deja importanţa metodei empirice. Pentru a aminti doar câteva efecte practice ale noilor descoperiri: în 1628 William Harvey (1578-1658) descoperă circuitul sangvin, în 1600 William Gilbert (1540-1603) tratează pentru întâia oară în scrierile sale „De magnete", fenomenele magnetice; în 1643, elevul lui Galilei, Evangelista Torricelli (1608-1647) inventează barometrul; în 1662, englezul Robert Boyle (1627-1691) şi francezul Edme Mariotte (1620-1684) descoperă legea presiunii atmosferice.

Fenomenul mişcării corpurilor rămâne necunoscut în ceea ce priveşte temeiurile ultime, dar forţele pot fi determinate şi calculate în legitatea şi în corelaţiile lor.

Până acum, spiritul uman a emis ipoteze din perspectiva ştiinţelor naturii, aparent fără a ţine seama de datele naturale, în primul rând în funcţie numai de logica matematică, pentru a le pune apoi la baza observaţiei. Acum s-a recunoscut că această inventare a ipotezelor nu poate fi o creaţie autarhică a spiritului uman din sine însuşi,

căci trebuie să se desfăşoare într-o corelaţie strânsă cu observaţia naturii. Genialitatea omului de ştiinţă în emiterea ipotezelor din acest domeniu se arată tocmai prin faptul că în cadrul anumitor fenomene ale naturii el percepe corelaţiile simple care pot fi transformate în noţiuni generale matematice şi care pot fi puse la baza interpretării celorlalte fenomene ale naturii. Cercetătorul din domeniul ştiinţelor naturii trebuie deci să fi fost incitat prin fenomenele naturii înseşi să emită ipoteze cu ajutorul cărora să abordeze mai apoi observaţiile şi experienţele sale.

Newton, a cărui concepţie despre natură reprezintă un nou moment decisiv prin faptul că desprinde natura nu numai din corelaţia divină atotcuprinzătoare, ci şi din legătura strânsă pe care o întreţine cu omul, pare mai întâi pur empiric, pentru că refuză ipotezele: cunoştinţele sunt deduse din fenomene şi generalizate prin inducţii. R.Cotes, editorul celei de-a 2-a ediţii (1713) a „Principiilor matematice ale filosofiei naturale" a lui Newton, ilustrează poate cel mai limpede concepţia acestuia. El susţine că toţi cei care se dedică cercetării fizicii ar trebui împărţiţi în trei clase. Unii atribuie anumitor clase de lucruri proprietăţi specifice şi ascunse, de care ar trebui să depindă mişcările corpurilor individuale (aşa cum susţine filosofia scolastică). Ceilalţi susţin că materia universală ar fi omogenă şi că funcţia diferită a corpurilor particulare ar proveni din relaţiile extrem de simple şi uşor de recunoscut ale elementelor care le compun. Deoarece îşi permit însă să admită o oarecare formă şi mărime necunoscută şi o poziţie şi mişcare nedefinită a acestora, ei nu fac decât să viseze: „Cei care îşi sprijină speculaţiile pe ipoteze vor imagina, chiar dacă ulterior vor proceda în mod riguros după legi mecanice, o poveste, poate elegantă şi frumoasă, dar totuşi o poveste." Această metodă de cercetare nu conduce, deci, la constatări perfecte. În sfârşit Cotes descrie metoda lui Newton astfel: „Mai rămâne încă un al treilea tip de cercetători care se recunosc a fi adepţii fizicii experimentale. Aceştia vor să deducă cauzele tuturor lucrurilor din principii cât mai simple şi cât mai puţine, doar că ei admit ca principiu ceva ce încă nu s-a arătat prin fenomene. Ei procedează deci după metoda dublă, cea analitică şi cea sintetică. Ei deduc, cu ajutorul analizei, forţele naturii şi legile lor simple din câteva fenomene selectate şi le prezintă pe cele dintâi cu ajutorul sintezei ca structurare a celorlalte fenomene. Acest tip de cercetare este cel mai bun, şi ar fi demn şi meritoriu să fie aplicat, după părerea vestitului nostru autor, înaintea celorlalte... El a

prezentat, drept exemplu vestit în favoarea lor, interpretarea sistemului planetar dedusă cu mult noroc din legea gravitaţiei. Faptul că forţa gravitaţională este intrinsecă tuturor corpurilor, unii îl bănuiseră, alţii îl gândiseră; dar el, primul şi singurul, a reuşit să arate existenţa ei cu ajutorul fenomenelor şi să-i clădească prin speculaţii o bază solidă." Se subliniază, deci, că cercetarea adevărată înseamnă să deduci natura lucrurilor din cauze cu adevărat existente şi să-i cauţi legile. „Dar nu trebuie să deducem acele legi din premise nesigure, ci trebuie să învăţăm prin observaţii şi experienţe. Cel ce crede că poate găsi principiile teoriei naturii şi legile lucrurilor, sprijinindu-se doar pe forţa spiritului său şi lumina raţiunii sale, trebuie fie să admită că lumea s-ar fi născut dintr-o necesitate, în acest caz el trebuind să lase legile enunţate să se deducă din aceeaşi necesitate; fie va trebui să fie de părere că, dacă ordinea naturii a luat fiinţă din voinţa Domnului, el, ca om nevrednic, ar fi cunoscut care ar fi cel mai bun lucru de făcut. *O ştiinţă a naturii sănătoasă şi adevărată se bazează pe fenomenele lucrurilor care ne duc pe noi, chiar şi împotriva voinţei noastre, către astfel de principii, astfel încât să se perceapă prin ele în chip limpede cea mai bună judecată şi domnia supremă a celei mai înţelepte şi măreţe fiinţe.*"(*Cotes*).

Pornind de la fenomene şi prin generalizarea inducţiei, Newton a ajuns la descoperirea impenetrabilităţii, a mobilităţii, a forţei de împingere a corpurilor, a legilor mişcării şi gravitaţiei: forţa de gravitaţie există şi acţionează după legile pe care el le emite; el porneşte de la ea pentru a explica mişcările corpurilor cereşti; el refuză proprietăţile ascunse ale corpurilor. Datorită faptului că enunţă postulatele care permit stabilirea unor noţiuni ca masă, cauză, forţă, inerţie, spaţiu, timp şi mişcare, Newton devine primul sistematician al ştiinţelor moderne ale naturii. În „Cuvântul înainte către cititor" al primei ediţii (1687) din „Principiile matematice ale filosofiei naturale" se spune: „Întreaga dificultate a fizicii constă, aparent, în faptul că din fenomenele mişcării trebuie cercetate forţele naturii iar apoi, prin aceste forţe, trebuie explicate celelalte fenomene. În acest scop folosesc teoriile generale, care sunt tratate în prima carte şi într-a doua. În cartea a treia, am explicat, ca aplicaţie a acestora, sistemul planetar. Acolo, din fenomenele cerului, cu ajutorul teoremelor demonstrate matematic în primele cărţi, se deduce forţa de gravitaţie, datorită căreia corpurile au tendinţa de a se apropia de Soare şi de planetele particulare. Din aceeaşi forţă, mai apoi, tot cu

ajutorul teoremelor matematice, se deduce mişcarea planetelor, a cometelor, a Lunii şi a mării.

Fie permisă deducerea celorlalte fenomene ale naturii în aceeaşi manieră tot din principiile matematice! Multe argumente mă fac să bănuiesc că aceste fenomene pot depinde de anumite forţe. Datorită acestora, particulele corpului sunt împinse, din motive necunoscute, fie unele împotriva celorlalte, alcătuindu-se astfel ca nişte corpuri regulate, sau se retrag unele din faţa celorlalte, evitându-se reciproc. Până acum fizicienii au încercat în zadar să explice natura prin aceste forţe necunoscute; sper însă că principiile enunţate aici vor face lumină în privinţa acestora sau a unui procedeu corect oarecare."

Newton a creat o fizică a cerului, fără arbitrar şi fără minuni, care se autoconservă şi care odihneşte în sine, fără a fi ajuns pe calea materialismului. El menţine credinţa într-un Dumnezeu personal; mecanismul naturii este doar un mijloc pentru îndeplinirea scopurilor sale. Chiar dacă „marele ocean" al realităţii rămâne încă nedescoperit, adevărurile individuale se alcătuiesc, prin corelaţiile lor, în mod treptat într-un întreg. De aceea expresia vestită a lui Newton: „Nu ştiu cum voi apărea cândva în ochii lumii; dar eu însumi îmi par a fi un copil care se joacă pe malul mării, care în timpul jocului găseşte ici-colo o piatră mai lucioasă sau o scoică mai frumoasă decât de obicei, în timp ce marele ocean al adevărului se întinde complet nedescoperit în faţa ochilor mei.

*Cartea a treia a*
*„Principiilor matematice ale filosofiei naturale"*

*Despre sistemul planetar – Reguli pentru cercetarea naturii*

*Regula 1.* A nu admite mai multe cauze, pentru explicarea lucrurilor naturale, decât cele adevărate şi suficiente pentru explicarea fiecărui fenomen.

Fizicienii spun: natura nu face nimic în zadar, şi în zadar sunt cele ce se întâmplă prin multe şi pot fi făcute prin puţine. Natura este în fond simplă şi nu abundă în cauze inutile ale lucrurilor.

*Regula 2.* De aceea, în măsura în care este posibil, trebuie atribuite aceloraşi efecte aceleaşi cauze.

Respiraţia oamenilor şi animalelor, căderea pietrelor în Europa şi America, lumina focului din bucătărie şi a Soarelui, reflectarea luminii pe Pământ şi planete.

*Regula 3.* Acele proprietăţi ale corpurilor care nu pot fi nici amplificate, nici diminuate, şi care le revin tuturor corpurilor pe care poţi face experimente trebuie considerate proprietăţi ale tuturor corpurilor.

Proprietăţile corpurilor devin cunoscute numai prin experienţe, şi de aceea trebuie considerate generale acelea care concordă în general cu experienţele, şi care nu pot fi nici micşorate, nici anulate. *Evident, nu putem nici să inventăm, împotriva cursului experienţelor, vise, nici să ne îndepărtăm de analogia naturii, deoarece aceasta obişnuieşte să fie simplă şi în concordanţă cu sine însăşi.* Întinderea corpurilor se recunoaşte numai prin simţuri şi nu se percepe la toate; dar pentru că se întâlneşte la toate corpurile perceptibile, se admite la toate. Faptul că mai multe corpuri sunt solide îl aflăm prin experienţe. Duritatea întregului se naşte din duritatea părţilor, şi de aici deducem, pe bună dreptate, că nu numai părţile perceptibile ale acestor corpuri, ci şi cele nedivizibile ale tuturor corpurilor sunt dure. Faptul că toate corpurile sunt impenetrabile, nu-l deducem din raţiune ci din experienţe. Corpurile pe care le avem în mâini ni se pare impenetrabile, şi de aici deducem că impenetrabilitatea este o proprietate a tuturor corpurilor. Faptul că toate corpurile sunt mobile, rămânând cu ajutorul unei forţe (pe care o numim forţă gravitaţională) în mişcare sau inerţie, îl deducem din faptul că am observat această proprietate la toate corpurile studiate. Întinderea, duritatea, impenetrabilitatea, mobilitatea şi forţa inerţiei întregului se nasc din aceleaşi proprietăţi ale părţilor; de aici deducem că cele mai mici particule ale corpurilor sunt de asemenea întinse, dure, impenetrabile, mobile şi înzestrate cu forţa inerţiei. În aceasta constă baza întregii teorii a ştiinţelor naturii. În plus, învăţăm din fenomene că particulele corpurilor care se ating reciproc pot fi separate unele de altele. Faptul că, prin calcul, aceste particule ar putea fi divizate în altele mai

mici, este cunoscut din matematică; dacă aceste particule atât de divizate pot fi reprezentate prin forţe ale naturii nu este sigur. Dacă, însă, în urma unei experienţe ar rezulta că unele particule nedivizate, prin ruperea unui corp dur şi solid, ar suporta o divizare, atunci, de aici, după această regulă, am deduce că nu numai particule divizate ar fi divizibile, ci că şi cele nedivizate ar putea fi divizate la infinit.

Dacă, în cele din urmă, toate corpurile din apropierea Pământului au o gravitaţie în raport cu Pământul, şi anume în funcţie de cantitatea materiei fiecăruia; şi dacă Luna are o gravitaţie în raport cu Pământul în funcţie de masa sa şi, invers, marea noastră are o gravitaţie în raport cu Luna; dacă, mai departe, s-a recunoscut prin experienţe şi observaţii astronomice că toate planetele au o gravitaţie unele în raport cu altele, iar cometele au o gravitaţie în raport cu Soarele, atunci trebuie să se afirme, după această regulă, că toate corpurile au o gravitaţie reciprocă. Mai temeinică este demonstraţia privind gravitaţia generală decât cea privind impenetrabilitatea corpurilor, unde, privind-o pe cea din urmă, nu dispunem de vreo experienţă sau observaţie a corpurilor cereşti. Eu nu susţin însă că gravitaţia ar afecta în esenţă corpurile. Prin forţă caracteristică înţeleg acea forţă a inerţiei care este constantă, în timp ce forţa gravitaţională scade odată cu distanţa faţă de Pământ.

Regula 4. În fizica experimentală, teoremele deduse din fenomene prin inducţie trebuie considerate – în caz că nu există premise contrare – fie exacte, fie foarte apropiate de adevăr, până ce apar alte fenomene prin care ele fie capătă o precizie mai mare, fie suferă excepţii.

Acest lucru trebuie să se întâmple pentru ca prin ipoteze argumentul inducţiei să nu fie anulat.

(Isaac Newton, *Philosphiae naturalis principia mathematica*, ed. de J. Wolfers, Berlin 1872, cartea a III-a, p. 380).

*Cartea a treia a*
*„Principiilor matematice ale filosofiei naturale"*

*Partea a cincea: Despre comete*

Acestea le-am avut de spus despre Dumnezeu, cercetarea operelor acestuia fiind sarcina ştiinţei despre natură.

Până acum am explicat fenomenele corpurilor cereşti şi mişcările mării prin forţa gravitaţională, dar n-am indicat nicicum cauzele acestei din urmă. Această forţă provine de la o cauză care ajunge până în centrul Soarelui şi al planetelor, fără a pierde ceva din eficienţa ei. Ea nu acţionează în funcţie de suprafaţa acelor particule asupra cărora acţionează (precum cauzele mecanice), ci în funcţie de raportul cantităţii materiei solide, iar efectul ei se propagă în toate direcţiile până la distanţe enorme, scăzând mereu în raport dublu faţă de cele din urmă. Gravitaţia faţă de Soare este compusă din gravitaţia faţă de fiecare din particulele ei, iar ea scade odată cu distanţa faţă de Soare exact în raport dublu al distanţelor, şi acest lucru se întâmplă până la orbita lui Saturn, aşa cum o dovedeşte stabilitatea afeliilor planetare; ea se întinde mai departe până la afeliile externe ale cometelor, dacă aceste afelii sunt în repaos.

N-am ajuns până acolo încât să pot deduce din fenomene motivul acestor proprietăţi ale gravitaţiei, iar ipoteze nu inventez. Tot ce nu se deduce din fenomene este o ipoteză, iar ipotezele, fie ele metafizice sau fizice, mecanice sau cele ale proprietăţilor ascunse, nu pot fi preluate în fizica experimentală. În cadrul acesteia, teoremele sunt deduse din fenomene şi generalizate prin inducţii. În acest fel am făcut cunoştinţă cu impenetrabilitatea, mobilitatea, impulsul corpurilor, legile cineticii şi ale gravitaţiei. Este suficient că există gravitaţie, că ea acţionează după legile prezentate de noi, fiind în stare să explice toate mişcările corpurilor cereşti şi ale mării.

Ar trebui să fie aici locul să adăugăm ceva despre substanţa imaterială, care străbate toate corpurile solide şi le este intrinsecă.

Prin forţa şi acţiunea acestei substanţe imateriale, particulele corpurilor se atrag alternativ la cele mai mici distanţe şi se alipesc unul de celălalt dacă se ating. Prin ele, corpurile electrice acţionează la cele mai mari distanţe, atât pentru a atrage cele mai apropiate particule, cât şi pentru a le respinge. Cu ajutorul acestei esenţe imateriale lumina este emisă, reflectată, difractată, refractată, încălzind corpurile. Toate simţurile sunt excitate, iar membrele animalelor sunt acţionate după dorinţă, prin vibraţiile acesteia, care se perpetuează de la organele externe ale simţurilor cu ajutorul firelor solide ale nervilor până la creier şi de aici până la muşchi. Dar aceste lucruri nu se pot explica în câteva cuvinte, şi nu există încă un număr suficient de experienţe pentru a putea determina şi demonstra exact legile după care acţionează această substanţă imaterială generală.

(Isaac Newton, *Philosophiae naturalis principia mathematica,* ed. de J.Wolfers, Berlin, 1872, cartea a III-a, p.511.)

*Opere: Philosophiae naturalis principia mathematica*, 1687, germ. 1872 şi 1932; *Optics*, 1704, germ. în Ostwalds Klassik d. Naturw. Nr. 96/97; *Arithmetica universalis,* 1707; *Analysis*, 1711; *Opuscula mathematica, philosophica et philologica*, ed. de J. Castillioneus, vol. 1-3, Lausanne 1744. *Gesamtausgabe* 1779-1785 (5 vol., ed. Samuel Horsley.

*Scrieri despre I. N.:* G. J. Gray, *Bibliography of the Works of N.*, Ed a II-a. 1907; F. Rosenberger, *I. N. und seine physikalischen Prinzipien* (1895); F. Dessauer, *Weltfahrt der Erkenntnis. Leben u. Werk I.N.,* 1945; H. G. Steinnman, *Über den Einfluß N's auf die Erkenntnistheorie seiner Zeit,* 1913; K. Popp, *Jakob Böhme und I.N.,* 1935.

# II. APARIŢIA CONCEPŢIEI MECANICISTE ŞI MATERIALISTE DESPRE LUME

## 1. Aplicarea metodei mecanicii newtoniene la alte domenii (optica)

### Christian Huygens

**(14.4.1629 – 8.6.1695)**

Metoda mecanicii newtoniene a fost aplicată la domenii tot mai vaste ale naturii. S-a încercat evidenţierea particularităţilor din evenimentele naturii şi stabilirea „legităţilor" acestora. Astfel, în prefaţa la „Tratatul despre lumină" al lui Huygens (1690) se spune: „Se vor găsi (în această lucrare) dovezi de felul celor care nu oferă o certitudine atât de mare ca cele din geometrie şi care diferă chiar foarte mult de acestea, pentru că aici principiile se adeveresc prin concluziile care se trag, în timp ce geometrii îşi demonstrează teoremele din principii sigure şi inatacabile: natura obiectelor tratate determină aceasta. Astfel, este de asemenea posibil să ajungi până la un grad de probabilitate, care de multe ori rezistă în faţa unei dovezi riguroase. Acesta este cazul atunci când *concluziile care s-au tras admiţând aceste principii sunt într-un acord absolut cu fenomenele pe care le cunoşti din experienţă;* mai ales când numărul acestora este mare şi mai ales atunci când îţi imaginezi şi prevezi noi fenomene, care rezultă din premisa enunţată, şi constaţi că rezultatul corespunde aşteptărilor tale. Dacă în cazul obiectelor pe care am de gând să le tratez toate aceste dovezi de probabilitate concordă, aşa cum cred că într-adevăr se întâmplă, atunci acest lucru trebuie să confirme în mare măsură succesul modului meu de cercetare, şi nu prea este posibil ca lucrurile să nu se comporte aproximativ aşa cum le prezint eu."

Lumina este interpretată deci de Ch. Huygens ca mişcare a unei substanţe, efectele ei fiind reduse la cauze mecanice.

Să anticipăm că Huygens atunci când vorbeşte de filosofie, înţelege acest cuvânt în semnificaţia lui originară ca dragoste faţă de ştiinţă. Ca exemplu pentru faptul că mecanica newtoniană se aplică la tot mai multe fenomene ale naturii prezentăm în cele ce urmează un capitol din „Tratatul despre lumină" al lui Huygens.

*„Despre propagarea rectilinie a razelor"*

Demonstraţiile din optică se bazează, ca în toate ştiinţele în care geometria este aplicată materiei, pe adevăruri care sunt derivate din experienţe; ca de exemplu faptul că razele de lumină se propagă rectiliniu, că unghiurile de reflexie şi incidenţă sunt egale şi că la refracţie raza este refractată după regula sinusurilor, regulă care este de acum înainte foarte cunoscută, nefiind mai puţin sigură decât cele premergătoare.

Majoritatea celor care au scris despre diversele segmente ale opticii s-au mulţumit cu anticiparea acestor adevăruri. Câţiva mai avizi de cunoaştere au năzuit să descopere originea şi cauzele acesteia, deoarece le-au observat ca efecte ale naturii, demne de a fi admirate. Însă, deoarece părerile enunţate în acest sens erau profunde, dar nu de natură să nu solicite explicaţii care să-i satisfacă mai bine pe cei mai capabili, doresc să expun aici ce-am gândit despre această materie, pentru a contribui, după puterile mele, la clarificarea acestui segment al ştiinţelor naturii care, nu fără motiv, este considerat unul dintre cele mai dificile. Recunosc că le datorez multe mulţumiri celor care au fost primii care au început să rupă bezna stranie în care erau învеşmântate aceste lucruri şi care au trezit speranţa că ele pot fi limpezite prin argumente inteligibile. Pe de altă parte însă, sunt totodată uimit că adeseori au fost considerate valabile concluzii prea puţin convingătoare, că ele au trecut drept sigure şi demonstrate; atâta vreme cât, după ştiinţa mea, nimeni n-a explicat acceptabil nici măcar primele şi cele mai importante fenomene ale luminii, şi anume de ce aceasta se propagă doar rectiliniu şi de ce razele de lumină, care vin spre noi din nenumărate direcţii se încrucişează fără a se stingheri reciproc în vreun fel.

De aceea voi încerca în această carte să ofer argumente mai clare şi mai plauzibile, conform principiilor acceptate de filosofia actuală, mai întâi pentru principiile luminii propagate rectiliniu, mai apoi pentru cea refractată la întâlnirea cu alte corpuri. Mai apoi voi explica fenomenele razelor care suferă o aşa-numită

refracţie la trecerea prin felurite corpuri transparente; totodată voi trata şi efectele refracţiei în aer datorită diferitelor stări de densitate ale atmosferei.

În continuare voi cerceta cauza refracţiei ciudate a unui anumit cristal care este adus din Islanda. În ultimul rând voi trata despre diferitele forme ale corpurilor transparente şi reflectorizante, prin care razele sunt înmănunchiate într-un punct sau deviate în nenumărate modalităţi. Se va constata cu câtă uşurinţă se pot găsi, după noua noastră teorie, nu numai elipse, hiperbole şi alte curbe, pe care Descartes le-a imaginat cu acuitate pentru acest efect, ci în plus şi cele care trebuie să alcătuiască una din suprafeţele sticlei, dacă cealaltă suprafaţă este sferică, plană sau într-o configuraţie oarecare.

Nu se va putea pune la îndoială că lumina constă dintr-o mişcare a unei anumite materii. Căci dacă se ia în consideraţie producerea ei, se află că aici pe Pământ aceasta este produsă în principal de foc şi de flacără care conţin fără îndoială corpuri ce se află într-o mişcare rapidă, deoarece dizolvă şi topesc o multitudine de alte corpuri extrem de solide; sau dacă luăm în consideraţie efectele ei, se va vedea că lumina focalizată prin oglinzi concave, de exemplu, are puterea de a încălzi ca focul, adică de a separa părţile corpurilor; acest lucru sugerează desigur o mişcare, cel puţin în filosofia reală, în care cauza tuturor efectelor naturale este redusă la cauze mecanice. După părerea mea acest lucru trebuie făcut sau trebuie renunţat complet la orice speranţă de a pricepe vreodată ceva în fizică.

Deoarece în conformitate cu această filosofie se consideră ca fiind un lucru cert faptul că simţul văzului este excitat numai prin impresia unei anumite mişcări a unei substanţe care acţionează asupra nervilor din adâncul ochiului, atunci acest lucru este un alt motiv în favoarea opiniei că lumina constă dintr-o mişcare a materiei, existentă între noi şi corpul luminos. Dacă se ţine seama şi se măsoară viteza extraordinară cu care lumina se propagă în toate direcţiile şi care atunci când provine din diferite surse, chiar

opuse, îşi întrepătrunde razele fără a se stingheri, se va înţelege foarte bine că atunci când vedem un obiect luminos, acest lucru nu poate avea loc prin transferul unei materii care ajunge de la acest obiect până la noi aşa cum un proiectil sau o săgeată străbate aerul; pentru că acest lucru contrazice prea mult cele două proprietăţi ale luminii, dar mai ales cea din urmă. Ea trebuie să se propage deci în alt fel; în această privinţă tocmai cunoştinţele pe care le avem despre propagarea sunetului în aer ar putea să ne ajute să o înţelegem.

Ştim că prin intermediul aerului, care este un corp invizibil şi nepalpabil, sunetul se propagă pe întreaga rază a locului unde a fost produs, printr-o mişcare care trece succesiv de la o particulă de aer la cealaltă, şi că trebuie să se formeze, deoarece propagarea acestei mişcări are loc în toate direcţiile la fel de repede, un fel de suprafeţe sferice care se lărgesc din ce în ce mai mult, atingând în final urechea noastră. Fără îndoială că şi lumina ajunge de la corpurile luminoase până la noi printr-o anumită mişcare, care se comunică materiei ce se află interpusă; căci am văzut deja că acest lucru nu se poate întâmpla prin dirijarea unui corp care ajunge, de exemplu, de acolo aici. Dacă însă, aşa cum vom analiza imediat, lumina necesită timp pentru a străbate această cale, atunci rezultă de aici că această mişcare comunicată materiei este una succesivă şi se propagă la fel ca şi cea a sunetului în suprafeţe sferice sau unde; le numesc unde datorită asemănării cu cele pe care le vezi formându-se în apă la aruncarea unei pietre, pentru că acestea permit observarea propagării prin cercuri concentrice, tot succesive, care izvorăsc însă dintr-o altă cauză şi se formează doar într-o suprafaţă plană."

(Christian Huygens, *Traité de la lumière*, (1690), ed. de E. Lommel, ed. a treia, p.9, în Ostwalds Klassiker nr. 20, Leipzig, 1913.)

*Opere: Oeuvres complètes*, ed. Société Hollandaise des Sciences, 22 vol., 1888-1950; *Traité de la lumière* (1690); *Horologium oscillatorium* (Die Pendeluhr, 1673), ambele în germ. în Ostwalds Klassiker nr.20 şi nr. 192 (1913); *Cosmotheoros (Himmelkunde)*, 1698; *Abhandlungen ü. d. Ursache der Schwere*, germ. de R. Mewes, 1893.

*Scrieri despre Ch. H.:* J. Bosscha, *Ch. H.*, germ.1895; Ph. Lenard, *Grosse Naturforscher*, 1929; A. B. Bele, *Ch. H and the Development of Science*, 1948; E. J. Dijksterhuis, *Ch. H.*, Haarlem 1951.

## 2. Apariţia concepţiei mecaniciste şi materialiste despre lume

Odată cu noua înflorire a ştiinţelor naturii în secolul al XVII-lea iau naştere societăţile ştiinţifice (Académie Française la Paris 1635, Royal Society la Londra 1663). În legătură cu rezultatele cercetării întreprinse de ştiinţele naturii încep să apară acum şi noi curente filosofice. Nu este însă tema noastră să ne ocupăm de acestea. Atragem atenţia doar asupra a trei filosofi: Pierre Gassendi (1592-1655), Robert Boyle (1627-1691) şi René Descartes (1596-1650). În perioada de înflorire a gândirii mecaniciste gândirea lor se va manifesta metafizic. Gassendi, iniţial dascăl de retorică şi profesor de filosofie, preda matematicile la Paris. Atomismul lui Epicur i s-a părut adecvat pentru a oferi o explicaţie cauzal-mecanicistă a fenomenelor naturii. Chiar dacă materia poate fi divizată din punct de vedere matematic la infinit, practic tot ajungi în final la atomi indivizibili, care au duritate şi impenetrabilitate. Toate fenomenele, apariţia dar şi dispariţia lor se bazează pe legătura şi desfacerea acestor atomi care au o înclinaţie imanentă spre mişcare. E important însă să ne aducem aminte că Gassendi reduce ordinea atomistă la Dumnezeu.

Şi englezul Robert Boyle (1627-1691) a fost atras, datorită lui Gassendi, către interpretarea atomistă a naturii. Există doar o materie unică, extinsă, impenetrabilă, divizibilă; prin mişcare iau fiinţă cele mai mici corpuri de o anumită mărime, formă şi poziţie, corpuri ce se unesc în corpuri compuse. Cauza mişcării este şi la Boyle Dumnezeu. În al său „Chymista scepticus" (1668) se spune: dacă conferim particulelor din care se compune fiecare element o anumită mărime şi

formă, atunci se poate afirma destul de lesne că astfel de particule atât de diferit configurate pot fi amestecate în raporturi atât de diferite şi legate în modalităţi atât de variate încât se poate alcătui din ele un număr aproape incredibil de corpuri solide diferite, îndeosebi datorită faptului că particulele unui element separat pot forma, prin simpla legătură dintre ele, mici mase care diferă în ceea ce priveşte mărimea şi forma de particulele din care se compun."

Pentru René Descartes (1596-1650) matematica devine calea cercetării adevărului. Pornind de la un dualism psihofizic, adică de la diferenţa dintre o substanţă gânditoare şi una extinsă, el a încercat cel dintâi să dezvolte o mecanică nu doar a cerului, ci şi a sufletului, a naturii anorganice precum şi celei organice: fiziologia ca şi astronomia sunt considerate de el *ştiinţe pur mecanice*. Natura nu poate fi explicată decât prin acestea, iar legile lor sunt identice cu cele ale mecanicii. Deja la el se resimte influenţa crescândă a ştiinţelor naturii, ale căror rezultate de cercetare îi servesc ca o confirmare a principiilor concepţiei lui filosofice despre lume. Îndemnul de a trage concluzii filosofice din cuceririle ştiinţelor naturii se face din ce în ce mai mult simţit: *se renunţă la modestia prin care legilor naturii li s-a recunoscut valabilitatea doar în cadrul problematicii respective şi pentru sfere strict delimitate.*

Gândirea mecanicistă oferă astfel imboldul către o concepţie despre lume materialistă, care se impune treptat şi se afirmă pe deplin în iluminism. În Anglia ea este reprezentată de John Locke (1632-1704). Iluminismul francez, al cărui statut fundamental a fost formulat în vestita „Enciclopedie a ştiinţelor, artelor şi meseriilor" (1751), îşi găseşte expresia prin Voltaire şi d'Alembert. Din fragmentul – redat în continuare – din „Introducere la Enciclopedie"(1751) devine clar că atitudinea precaută a cercetătorilor „clasici" din domeniul ştiinţelor naturii, care au limitat consecvent domeniul de valabilitate al enunţurilor specifice observaţiilor lor, a dispărut. Acum se încearcă mai degrabă derivarea tuturor cunoştinţelor din percepţiile senzoriale ale omului. Din ştiinţele naturii ia naştere deci o *filosofie proprie, în sine necritică*. Câteva idei ale altor autori materialişti va face limpede această evoluţie.

## Jean Lerond D'Alembert

### (16.1.1717-29.10.1783)

Materia şi mişcarea sunt premisele staticii şi mecanicii. Este o mândrie să poţi face referire la faptul că legile echilibrului şi mişcării sunt într-adevăr observate la corpurile care ne înconjoară, având tocmai

de aceea o valabilitate necesară. Se renunţă de acum la orice explicaţie metafizică, aşa cum arată D'Alembert în prefaţa la „Traité de dynamique" (Paris 1743), spunând: „Din toate aceste cugetări rezultă că legile staticii şi mecanicii, care sunt dezbătute în această carte, sunt acelea care rezultă din existenţa materiei şi a mişcării. Experienţa însă ne învaţă că aceste legi pot fi într-adevăr observate la corpurile care ne înconjoară. Legile echilibrului şi ale mişcării, aşa cum observaţia ne permite să le cunoaştem, au deci o valabilitate necesară. Un metafizician s-ar declara poate satisfăcut cu demonstraţia, spunând că totul stă în înţelepciunea creatorului şi simplitatea punctelor sale de vedere de a nu emite alte legi ale echilibrului şi ale mişcării decât cele care rezultă din existenţa corpurilor înseşi şi din impenetrabilitatea lor reciprocă; noi însă am considerat *că trebuie să ne abţinem de la acest fel de raţionament*, deoarece el pare să ne conducă către un principiu vag; natura fiinţei supreme *ne este mult prea ascunsă* pentru a putea cunoaşte ce anume concordă cu principiile înţelepciunii sale şi ce nu; putem bănui efectele acestei înţelepciuni *în cadrul observării* legilor naturii, atunci când raţionamentele matematice ne permit să recunoaştem simplitatea acestor legi şi când experienţa ne confirmă deschiderea şi domeniul de valabilitate ale acestora."

Imaginea materialistă a lumii, bazată pe legile matematicii, a ajuns acum la maturitate: natura se configurează într-un sistem de mişcări, energii şi mărimi măsurabile.

### *„Introducere la Enciclopedie", 1751*

Toate cunoştinţele noastre nemijlocite pot fi reduse la percepţii senzoriale; de aici rezultă că experienţele senzoriale sunt cele cărora le datorăm toate reprezentările. La acest studiu asupra naturii, pe jumătate forţat, pe jumătate efectuat în joacă, constatăm foarte multe proprietăţi ale lucrurilor, care însă se întrepătrund de obicei în acelaşi obiect în aşa măsură încât fiecare dintre ele trebuie luat separat pentru o cercetare particulară temeinică. Această activitate spirituală ne face să descoperim curând proprietăţi care par a fi comune tuturor fiinţelor, ca de exemplu capacitatea de deplasare şi de repaus, precum şi proprietatea de a perpetua mişcarea, din care izvorăsc cele mai esenţiale transformări pe care le putem observa în natură. O cercetare a proprietăţilor acestora

din urmă, efectuată cu ajutorul simţurilor noastre, ne va permite în curând să descoperim alta, de care depind celelalte: densitatea, adică acea calitate conform căreia un corp îl exclude pe celălalt dintr-un loc, pe care-l ocupă el însuşi, astfel încât două corpuri plasate foarte aproape nu pot ocupa niciodată un spaţiu mai mic decât două corpuri separate.

Această proprietate a densităţii este în principal cea care ne permite să distingem corpurilor de acele părţi ale spaţiului infinit în care ni le imaginăm aşezate; cel puţin aşa judecă simţurile noastre; şi dacă ne-ar înşela în privinţa acestui lucru, atunci eroarea ar avea un caracter atât de metafizic încât existenţa şi autoconservarea noastră n-ar trebui să se teamă de el; am recădea permanent în această eroare, fără să vrem, pur şi simplu prin maniera obişnuită de a vedea lucrurile.

Totul ne îndrumă să privim spaţiul drept locul real sau posibil al corpurilor; pentru că în fapt ajungem la reprezentarea cea mai limpede pe care putem s-o avem despre mişcare abia cu ajutorul acelor părţi ale spaţiului considerate penetrabile sau nemişcate. Suntem deci oarecum obligaţi în mod natural să diferenţiem cel puţin mental două tipuri de întindere, una fiind impenetrabilă, cealaltă redând corpurilor locul. Însă pentru că densitatea este relativă, deci o proprietate despre care ne putem face o reprezentare prin compararea a două corpuri, ne obişnuim destul de repede să admitem o proprietate diferită faţă de întindere şi s-o considerăm pe una independent de cealaltă, deşi densitatea ţine de premisa necesară a reprezentării noastre despre materie.

Prin această nouă manieră de a privi lucrurile noi vedem corpurile doar ca o parte a spaţiului cu o anumită formă şi întindere. Deţinem astfel cel mai general şi abstract punct de vedere prin care le putem observa, pentru că un spaţiu întins în care n-am putea cunoaşte părţi deja formate n-ar fi nimic altceva decât un tablou îndepărtat şi neclar, în care totul s-ar estompa în nimic, pentru că n-am putea diferenţia nimic. Culoarea şi forma, proprietăţile permanente ale corpului, chiar dacă mereu modificabile

servesc bunăoară la desprinderea de fundal, ba mai mult, una din două este deja suficientă. În cazul unei considerări cât se poate de teoretice a corpurilor preferăm de aceea forma în locul culorii, pe de o parte pentru că ne este mai la îndemână datorită capacităţii de sesizare a simţului văzului şi a celui tactil, iar pe de altă parte pentru că forma unui corp este mai uşor imaginabilă fără culoare decât culoarea fără formă; în cele din urmă, şi pentru că forma permite o mai uşoară şi univocă fixare a elementelor spaţiului.

Astfel ajungem să determinăm proprietăţile întinderii pur şi simplu dinspre formă. Şi aceasta este chestiunea geometriei, care pentru simplificarea sarcinii ei consideră mai întâi spaţiul limitat unidimensional, apoi ia în consideraţie două dimensiuni, pentru ca în final să ia în considerare toate trei dimensiunile care constituie esenţa unui corp inteligibil, deci a unui element spaţial, determinabil în oricare privinţă în limite conceptuale.

În acest fel, spiritul nostru dezbracă succesiv materia de toate proprietăţile vizibile, prin abstracţii, pentru a cuprinde cu privirea de fapt doar umbra ei. De la bun început vom recunoaşte că descoperirile obţinute în cursul cercetărilor noastre vor avea întotdeauna un folos semnificativ, atunci când nu este necesar să luăm în consideraţie densitatea corpurilor, de exemplu atunci când este vorba de studiul mişcării lor, în care ele sunt privite ca elemente ale spaţiului, organizate, dinamice şi depărtate unele de altele.

Această cercetare a spaţiului configurat ne determină să facem un mare număr de combinaţii, pentru a căror simplificare este necesară inventarea unui mijloc oarecare. Pentru că aceste combinaţii constau în principal în calculul şi în raportarea părţilor individuale, în funcţie de care gândim corpurile geometrice compuse, această cercetare ne conduce degrabă spre aritmetică sau spre ştiinţa numerelor, care nu este nimic altceva decât arta de a găsi, pe drumul cel mai scurt, formula pentru o singură şi ultimă ecuaţie, care rezultă din compararea mai multor formule. Diferitele căi pentru compararea acestor relaţii redau apoi regulile particulare ale aritmeticii.

Meditând în continuare la aceste reguli, cu greu ne vor scăpa unele principii sau caracteristici generale ale relaţiilor cu ajutorul cărora, dacă le exprimăm într-o formulă generală, putem determina diferitele lor posibilităţi combinatorii. Reduse la formule generale, rezultatele acestor combinaţii sunt într-adevăr doar calcule aritmetice stricte, prezentate în ecuaţia cea mai simplă şi mai scurtă, pe care le permite în genere caracterul lor universal. Ştiinţa sau arta de a prezenta relaţiile în acest fel poartă numele de algebră. Deşi nu este posibil nici un calcul fără cifre şi nu este măsurabilă nici o mărime fără întindere (căci fără spaţiu nu putem măsura timpul cu exactitate), totuşi printr-o abstractizare continuă a reprezentărilor noastre ajungem la componenta fundamentală a matematicii şi a tuturor ştiinţelor naturii, şi anume la teoria generală a mărimilor. Ea formează baza tuturor descoperirilor care sunt posibile în legătură cu cantitatea, adică în legătură cu toate care se pot mări sau micşora.

De aceea îi redăm spaţiului configurat, după ce i-am epuizat oarecum proprietăţile sale prin cercetări matematice, mai întâi densitatea care determină fiinţa sa corporală şi care, dintre proprietăţile sale constatabile, este ultima pe care i-am sustras-o. Această nouă manieră de a privi lucrurile atrage după sine în mod necesar o constatare a influenţării reciproce a corpurilor, pentru că acestea acţionează unul asupra altuia doar prin impenetrabilitatea lor. Pornind de la acest fapt se deduc legile echilibrului şi ale mişcării, care constituie obiectul mecanicii. Ne extindem cercetările chiar şi asupra mişcării corpurilor care-şi obţin impulsul de la forţe necunoscute sau cauze ale mişcării, atunci când legea de care ascultă aceste forţe se presupune sau trebuie să fie presupusă ca fiind cunoscută.

Un folos la fel de mare i-l oferă cunoştinţele matematice în cercetarea corpurilor ce ne înconjoară aici pe Pământ. Toate proprietăţile observate la aceste corpuri prezintă corelaţii mai mult sau mai puţin surprinzătoare. De obicei cunoaşterea sau detectarea acestor relaţii este ultimul obiectiv spre care putem înainta, el

trebuind de aceea să fie şi singurul obiectiv. Deci nu pe supoziţii nedemonstrate sau arbitrare ne bazăm speranţa că vom cunoaşte natura, ci pe un studiu ale fenomenelor, gândit până la ultimele consecinţe, pe comparaţii pe care le facem cu acestea, pe arta de a reduce după posibilităţi un mare număr din acestea la unul singur, admiţând în final această singură proprietate ca origine a tuturor. Cu cât principiile unei ştiinţe sunt mai limitate numeric, cu atât domeniul de valabilitate al acestora devine într-adevăr mai mare, pentru că atâta vreme cât obiectul unei ştiinţe este în mod necesar limitat, teoriile fundamentale referitoare la acesta trebuie să fie la un număr mai mic cu atât mai productive.

Doar algebra, geometria şi mecanica, deci ramurile care se ocupă de calculul mărimilor şi al proprietăţilor spaţiale generale pot fi în fond recunoscute ca fiind confirmate şi demonstrate."

(D'Alembert: *Introduction à l'Encyclopédie*, 1751, ed. de E. Köhler, Hamburg 1955, Felix Meiner, p.15,33-41.)

*Opere: Traité de dynamique* (1743); *Traité de l'equilibre et du mouvement des fluides* (1744); *Reflexions sur la cause generale des vents* (1744). *Discours préliminaire* (Einleitung zur Enzyklopädie von 1751, germ. de E. Hirschberg 1912 şi de E. Köhler, Hamburg 1955); *Mélanges de littérature, d'histoire et de philosophie* (1752); *Eléments de musique théorique et pratique* (1752); *Recherches sur différents points importants du système du monde* (1754); *Essai sur les éléments de philosophie* (1759).

*Scrieri despre* J. L. D'A.: D. Diderot, *Le rêve D'Alembert* (1769), prima ediţie tipărită 1830); J. Bertrand, *D'Alembert*. (Paris 1889); E. Cassirer, *Die Philosophie der Aufklärung*, 1932; M. Muller, *Essai sur la philosophie de J. D'Alembert*, 1926.

## Julien Offray de La Mettrie

**(25.12.1709 – 11.11.1751)**

*„Omul maşină"*

Natura mişcării ne este la fel de necunoscută ca şi cea a materiei. La fel de mult ne lipseşte un mijloc de înţelegere a naşterii mişcării în materie, admiţând că nu se doreşte reînvierea, prin autorul „istoriei sufletului", a vechii şi neinteligibilei teorii despre „formele substanţiale". Asupra faptului că nu ştiu cum anume materia inertă şi simplă devine cea activă şi compusă a organelor, asupra acestui fapt, deci, sunt la fel de uşor de consolat ca şi asupra faptului că nu pot privi direct Soarele fără o sticlă roşie. În aceeaşi stare de fericire mă aflu şi faţă de alte minuni neînţelese ale naturii, şi mă refer aici la producerea senzaţiei şi a gândului într-o fiinţă care cândva se înfăţişa privirii noastre limitate doar ca un gunoi.

Dacă se admite faptul că materia organizată este înzestrată cu un principiu de mişcare, care doar el o diferenţiază de cea neorganizată (şi cine nu ar accepta acest lucru în cazul unor astfel de observaţii de necontestat?) şi că la animale totul depinde de diferenţierile acestei organizări, lucru pe care l-am demonstrat mai mult decât suficient, atunci acestea sunt de-ajuns pentru a descoperi enigma substanţelor şi cea a omului. Se vede că există de fapt doar o substanţă în lume şi că omul este expresia ei perfectă. În comparaţie cu maimuţa şi cu cele mai inteligente animale el este ceea ce este orologiul planetar al lui Huygens în comparaţie cu ceasul regelui Julianus. Dacă am avea nevoie de mai multe instrumente, mai multe rotiţe şi mai multe arcuri pentru a arăta mişcarea planetelor decât pentru a arăta orele şi a le repeta, dacă Vaucanson ar fi fost obligat să aibă mai multă îndemânare artistică pentru a realiza lucrarea ce-l reprezintă pe cântăreţul cu flautul decât pentru a realiza o raţă, el ar fi fost nevoit să investească şi mai multă artă pentru a crea un „vorbitor"; o astfel de maşină nu trebuie privită ca fiind imposibilă, mai ales când e vorba de mâinile unui nou Prometeu.

Era la fel de necesar ca natura să folosească mai multă artă şi tehnică pentru a realiza şi întreţine o maşină care timp de un secol să prezinte toate mişcările inimii şi ale spiritului; căci chiar dacă nu se pot număra orele cu ajutorul pulsului, acesta este totuşi un indicator pentru căldura şi intensitatea care spun ceva despre natura sufletului. Cu siguranţă nu mă înşel: corpul uman este un orologiu, dar unul uimitor, realizat cu atâta artă şi dibăcie, încât atunci când secundarul se opreşte, minutarul îşi continuă mersul, la fel şi mecanismul sfertului de ceas şi toate celelalte îşi continuă mişcarea, atunci când primele au ruginit sau sunt stricate, întrerupându-şi mersul. Constituie un fapt că obturarea unor vase de sânge nu este suficientă pentru a distruge sau a întrerupe baza tuturor mişcărilor, care se află în inimă ca în partea de antrenare a maşinii; dimpotrivă, lichidele al căror volum este diminuat au de făcut un drum mai scurt şi-l parcurg cu atât mai rapid; în plus ele sunt luate ca de un flux suplimentar în acelaşi raport cu care forţa inimii se măreşte prin rezistenţa de la extremitatea vaselor sangvine. Dacă printr-o singură apăsare asupra nervului optic acesta nu mai permite imaginii obiectelor să treacă prin el, de ce pierderea văzului ar împiedica astfel folosirea auzului, sau pierderea acestui simţ prin anularea funcţiei lui Portio mollis ar avea drept premisă şi pierderea văzului? Nu se întâmplă însă ca unul să înţeleagă fără a putea imita ceea ce înţelege (mai ales dacă a trecut abia câtva timp după un accident cerebral), iar altul, care nu pricepe nimic, ai cărui nervi ai limbii sunt însă neafectaţi în creier, să povestească ca o maşină toate visele care îi trec prin cap? Astfel de fenomene nu pot surprinde defel un medic luminat. El ştie la ce se poate aştepta atunci când e vorba de natura omului; în treacăt fie spus, dintre doi medici, cel care are cunoştinţe despre fizica şi mecanica organismului uman şi lasă la o parte sufletul şi toate îngrijorările care umplu fantasmele nebunilor şi ale neştiutorilor, îngrijindu-se numai de ştiinţele pure ale naturii este, după opinia mea, mai bun şi mai de încredere. (La Mettrie, *Omul maşină*, p.57 şi urm. (1748). Traducere, cuvânt înainte şi note de Max Brahn, Leipzig 1909).

## Wilhelm Ostwald

**(2.9.1853- 4.4.1932)**

*„Prelegeri despre filosofia naturii"*

Numele de filosofie a naturii, prin care am încercat să denumesc conţinutul discuţiei noastre ce va urma, nu sună prea plăcut. El aminteşte de o mişcare spirituală care în urmă cu o sută de ani domina în Germania; în fruntea ei era filosoful Schelling, care prin forţa personalităţii sale câştigase deja de foarte tânăr o influenţă extraordinară, determinând în mare măsură modul de gândire al contemporanilor săi. Dar această influenţă se întindea doar asupra conaţionalilor lui Schelling, germanii, şi cel mult asupra scandinavilor; Anglia şi Franţa au avut o atitudine de refuz complet faţă de „Filosofia naturii".

Nici dominaţia în Germania n-a fost atât de mare; necontestată a rămas cel mult douăzeci de ani. În special cercetătorii în domeniul naturii, cărora le era dedicată în primul rând filosofia naturii, s-au dezis complet de ea destul de repede, iar condamnarea pe care a aflat-o mai târziu a fost la fel de vehementă cum fusese mai devreme ridicarea ei în slăvi. Pentru a oferi o imagine despre reacţiile pe care le-a stârnit în adepţii lor de mai înainte trebuie doar să ne amintim de cuvintele lui Liebig, cu care el şi-e descris digresiunea lui în domeniul filosofiei naturii: „Vai, am traversat această perioadă atât de bogată în cuvinte şi idei, atât de săracă în cunoştinţe adevărate şi studii temeinice, ea mi-a furat doi ani preţioşi din viaţa mea; nu pot să descriu spaima şi groaza care m-au cuprins atunci când m-am trezit din acest vârtej".

În cazul unui astfel de efect, creat de filosofia naturii asupra propriilor discipoli, nu trebuie să ne mirăm că această manieră de gândire a dispărut definitiv şi destul de repede din cercurile cercetătorilor naturii. Ea a fost înlocuită de concepţia mecanicist-materialistă despre lume, care se dezvoltase în aceeaşi perioadă în Anglia şi Franţa. Datorită părerii eronate a discipolilor săi, părere

conform căreia această concepţie ar fi o reprezentare a realităţii lipsită de ipoteze, această turnură spirituală a generat o aversiune pronunţată faţă de alte consideraţii cu caracter general. Acestea erau stigmatizate ca fiind „speculative"; chiar şi astăzi încă această denumire este resimţită în cercurile ştiinţelor naturii ca un cuvânt de ocară. Este instructiv în acest caz să remarcăm că aversiunea nu se îndrepta în fond împotriva observaţiilor speculative în general, ci numai împotriva acelora care nu făceau parte din cercul de opinii al filosofiei mecaniciste; cele din urmă n-au fost considerate speculative, căci nu venise timpul să fie diferenţiate de rezultatele ştiinţifice nemijlocite. Orice manieră de gândire antifilosofică era, cel puţin subiectiv, extrem de sincer enunţată şi recepţionată.

Faptul că filosofia naturii a pierdut teren atât de repede şi de temeinic în faţa materialismului îşi avea cauza pur şi simplu în rezultatele practice. În timp ce filosofii germani naturalişti cugetau şi scriau exhaustiv despre fenomenele naturii, reprezentanţii celeilalte direcţii calculau şi experimentau, fiind în stare să prezinte curând o multitudine de rezultate concrete, prin care s-a realizat în principal dezvoltarea extraordinar de rapidă a ştiinţelor naturii în secolul al XIX-lea. Acestei dovezi palpabile de superioritate, filosofii naturalişti n-au putut să-i opună ceva echivalent. Chiar dacă nici ei nu duceau lipsă de descoperiri, totuşi, după descrierile lui Liebig, balastul adiacent de cuvinte şi idei sterpe era atât de mare încât promovarea propriu-zisă a ştiinţelor a dispărut.

Astfel, perioada filosofiei naturii este cunoscută ca o perioadă de adâncă decădere a ştiinţelor germane ale naturii, motiv pentru care o întreprindere îndrăzneaţă pentru un cercetător al secolului XX din domeniul ştiinţelor naturii pare să fie aceea de a vrea să navigheze sub acest pavilion rău famat.

Acum, desigur, s-ar putea acorda denumirii de filosof al naturii încă o semnificaţie. În analogie cu denumirile de medic naturist, cântăreţ al naturii ş.a.m.d., prin filosof al naturii se poate înţelege un om care face lucruri pe care nu le-a învăţat. Dar şi în faţa unei

astfel de interpretări aş fi dezarmat. Pentru că eu sunt de meserie cercetător în domeniul ştiinţelor naturii, chimist şi fizician, şi n-am voie să numesc filosofia o ştiinţă pe care am studiat-o în sens convenţional. Chiar şi studiul „sălbatic" al filosofiei, pe care l-am făcut prin citirea asiduă a scrierilor filosofice, a fost atât de nesistematic încât n-aveam voie să-l consider cumva un înlocuitor cât de cât suficient al unui studiu regulat. Ca scuză a încercării mele invoc doar faptul că şi cercetătorul din ştiinţele naturii atunci când îşi practică ştiinţa ajunge invariabil la întrebări pe care filosoful le prelucrează. Operaţiunile spirituale prin care o lucrare în acest domeniu este structurată şi dusă la bun sfârşit nu diferă în esenţa lor de cele a căror realizare este cercetată şi predată de filosofie. Conştiinţa acestei relaţii a fost periodic umbrită în cea de-a doua jumătate a secolului al XIX-lea; dar tocmai în zilele noastre ea a ajuns să aibă cea mai vie influenţă, spiritele încercând pretutindeni în sfera ştiinţelor naturii să-şi aducă contribuţia la cunoaşterea filosofică de ansamblu.

Epoca noastră este astfel pregătită să cunoască o nouă dezvoltare a filosofiei naturii în ambele sensuri, marele număr de auditori care s-au regăsit astăzi sub acest semn fiind o dovadă a faptului că în alcătuirea celor două noţiuni, natură şi filosofie, există ceva atrăgător, că toţi resimţim aici o problemă a cărei soluţionare o considerăm importantă.

Oricum, filosofia unui cercetător din domeniul naturii nu va putea să ridice pretenţia de a fi considerată un sistem filosofic închegat şi nivelat. Producerea unor astfel de sisteme trebuie s-o lăsăm la îndemâna filosofilor de specialitate. Noi suntem conştienţi că din munca noastră se poate ridica în cel mai bun caz un edificiu, a cărui manieră de construcţie şi decoraţiune interioară permite recunoaşterea sferei de concepţii şi a modului de gândire care provin din preocuparea noastră cotidiană privind anumite grupuri de fenomene naturale. Ţinând seama de acest stil personal şi profesional, trebuie să vă rog să receptaţi şi să ţineţi seama de ceea ce vă ofer, fiecare dintre dumneavoastră fiind invitat să

extragă şi să adauge de aici ceea ce-şi doreşte sau i se pare necesar. (*Introducere, pp.1 )*

*Timpul, spaţiul, substanţa*

Avem deci de-a face cu două grupuri de motive diferite, din care unul sprijină ataşamentul faţă de realitatea lucrurilor, aşa cum ne apar nouă, celălalt desprinderea de această opinie. Dacă această contradicţie existentă aici se va dizolva, va fi necesară în acest sens dovada că în cazul ambelor opinii avem de-a face cu incompletitudini, a căror rezolvare va aduce unificarea. Aceste incompletitudini vor trebui, evident, căutate în delimitarea pe ambele laturi a noţiunii de substanţă.

Substanţa fizicii şi a chimiei secolului al XIX-lea poartă numele special de *materie*. Aceasta a rămas, aşa-zicând, ca un reziduu după evaporare, după ce multe din substanţele secolului al XVIII-lea, în special agentul termic, materiile electrice şi magnetice, lumina şi încă multe altele şi-au pierdut de-a lungul timpului caracterul lor de substanţă, fiind nevoite să ducă, sub formă de „forţe", o existenţă mai mult spirituală. Ceea ce se înţelege în momentul de faţă prin materie nu poate fi constatat foarte lesne într-un mod neechivoc; căci dacă se încearcă formularea anumitor definiţii, atunci se află că de obicei cunoaşterea acestei noţiuni este deja presupusă, materia fiind considerată drept ceva de la sine înţeles.

Între timp, datele conţinute în manualele de fizică privind proprietăţile materiei ne vor crea posibilitatea unei delimitări aproximative a acestei noţiuni. Dacă recurgem la acestea, descoperim de asemenea urmele unei evoluţii. În timp ce manualele mai vechi sunt extrem de sigure în acest sens, la cele mai noi se vede înclinaţia de a ocoli aceste întrebări considerate dubioase şi nesigure şi de a nu le explica absolut deloc. În concluzie se pot spune însă următoarele:

Întreaga materie are o anumită cantitate; cantitatea materiei a primit de obicei numele de *masă*. În plus, materiei îi revin anumite

diferenţieri calitative, care pot fi reduse la existenţa a 70 până la 80 de elemente, care nu sunt transformabile unele în altele. Mai departe, materia are o *întindere în spaţiu* şi o *delimitare a formei*; dar numai în anumite cazuri (la substanţele solide) cea din urmă este dependentă de însăşi materia luată în consideraţie, în celelalte ea fiind determinată de mediul înconjurător. Apoi materiei i se atribuie *impenetrabilitatea,* adică două fragmente diferite de materie nu pot fi simultan în acelaşi spaţiu. În sfârşit, materia este caracterizată ca *indestructibilă.*

De aceste proprietăţi *esenţiale* ale materiei se disting proprietăţile *generale*, care şi ele se găsesc la întreaga materie, dar nu aparţin esenţialmente noţiunii acesteia. Aici trebuie reţinută *inerţia* sau capacitatea de a-şi menţine o stare de mişcare existentă, *greutatea, divizibilitatea* şi *porozitatea.* În schimb nu se ştie care dintre aceste proprietăţi sunt esenţiale şi care sunt doar generale; de multe ori diferenţierea dintre cele două grupe nici nu se face.

Situaţia ştiinţifică care se vede aici nu poate fi denumită altfel decât ca fiind satisfăcătoare. Dacă vă amintiţi de primele ore în care aţi fost familiarizaţi cu noţiunile de bază ale fizicii, atunci vă veţi aminti şi de senzaţia difuză care v-a cuprins în timpul încercărilor de a vă imagina ceva concret în cazul acestor explicaţii, senzaţie care este caracterizată destul de nimerit prin expresia „ţi se învârte capul"[1]. Am respirat cu toţii uşuraţi, inclusiv profesorul, când am putut să ne detaşăm de aceste consideraţii, îndreptându-ne către ceva real cum este pârghia, maşina Atwood.

Ceea ce se încearcă prin aceste definiţii pare a fi stabilirea şi excluderea unui şir de particularităţi generale care sunt caracteristice lucrurilor lumii exterioare. Vechea noţiune de substanţă căuta să cuprindă tot ce este fizic. Prin cerinţa delimitării precise şi a palpabilităţii, care erau legate din ce în ce mai mult de noţiunea de substanţă, în special însă şi prin cerinţa indestructibilităţii, a apărut limitarea ilustrată mai sus la obiectele înzestrate cu masă şi greutate (în înţeles mecanic). Prin aceasta însă sunt excluse

[1] „Mühlrad im Kopfe" (n.tr.)

numeroase fenomene importante, ca de exemplu cele ale luminii şi ale electricităţii. Ele acţionează aparent în spaţiul gol, fără materie, de la stele şi Soare la Pământ, fără ca între timp să se alipească de ceva material.

Desigur, s-a încercat să se umple imensul gol existent prin admiterea unei materii imateriale, adică a uneia care nu deţine proprietăţile arătate mai sus, putând servi în schimb ca purtător al altor proprietăţi sau stări, a aşa-numitului *eter;* în manuale şi anuare fizica materiei e tratată separat de fizica eterului. Dar, cu siguranţă, aici nu poate fi vorba decât de o soluţie de moment. Pentru că toate încercările de a formula în conformitate cu o lege proprietăţile eterului prin analogie cu proprietăţile cunoscute ale materiei au dus la contradicţii insolubile. Astfel, supoziţia că există eterul se menţine totuşi în ştiinţă, nu pentru că asigură o ilustrare satisfăcătoare a faptelor, ci mai ales pentru că nu se încearcă sau nu se ştie ce altceva mai bun poate fi pus în locul ei.

Dacă ne propunem, ca temă, ca pe drumul pe care am ajuns până aici să găsim şi o reprezentare curată şi coerentă a raporturilor lumii exterioare, va trebui atunci să modelăm mai ales noţiunea de substanţă într-o relaţie cât mai precisă şi lipsită de prejudecăţi cu experienţa, pentru că ea îşi propune într-adevăr să găsească acel lucru care deţine calitatea conservării sau a existenţei continue; iar dacă există mai multe noţiuni de acest fel, trebuie atunci s-o desemnăm dintre acestea pe cea care formează caracteristica niciodată absentă a tuturor lucrurilor exterioare.

De când a fost descoperită la sfârşitul secolului al XVIII-lea legea privind *constanţa greutăţii totale* în cazul proceselor chimice şi fizice de orice fel, limbajul obişnuit a decis să numească substanţă sau materie doar lucrurile *ponderabile*. Dar substanţele ponderabile nu sunt nicidecum singurele obiecte care se păstrează în toate situaţiile cunoscute. Există, de exemplu în mecanică, o anumită mărime, care se cheamă mărime de mişcare (impuls); ea depinde de mase şi de viteze şi are de asemenea proprietatea conservării. Ca şi în privinţa greutăţii substanţelor ponderabile nu

se prea cunoaşte vreun procedeu prin care impulsul unei formaţiuni date ar putea fi modificat.

Acesta poate fi modificat lăsând alte mase înzestrate cu viteze să se adauge la cele cunoscute până acum. Deoarece însă masele nu pot să fie create sau distruse, această aparentă excepţie se bazează doar pe faptul că impulsul (mărimea de mişcare) a formaţiunii a fost generat fără a lua în consideraţie masa care s-a adăugat mai târziu. Dacă este luată în seamă de la bun început, atunci legea privind conservarea impulsului rămâne în vigoare, iar excepţii nu sunt cunoscute.

Aceeaşi proprietate a conservării sau a indestructibilităţii şi a incapacităţii de a fi creată le mai revine şi diferitor altor mărimi imponderabile cunoscute din fizică. Un exemplu este *cantitatea de electricitate* care, la fel, dacă se însumează cantităţile pozitive şi negative, ţinând seama de semn, nu pot fi modificate prin nici un procedeu cunoscut; pentru că se produc întotdeauna cantităţi identice de electricitate pozitivă şi negativă, a căror sumă este zero, neputând deci modifica suma totală existentă.

În sfârşit, mai există o mărime care poartă denumirea de *lucru* sau *energie* şi a cărei conservare este (într-un anume sens) cunoscută şi recunoscută de la mijlocul secolului al XIX-lea. Ea se adaugă deci obiectelor indestructibile şi necreabile.

Dacă le verificăm pe acestea, dar şi pe celelalte mărimi supuse legii conservării, obţinem următoarele: cu excepţia energiei, toate celelalte noţiuni ale căror mărimi sunt supuse legii conservării îşi găsesc aplicabilitate doar într-o sferă limitată a fenomenelor naturale. *Numai energia se regăseşte fără excepţie în toate fenomenele cunoscute ale naturii,* sau cu alte cuvinte: *toate fenomenele naturale pot fi incluse în noţiunea de energie.* Această noţiune este indicată mai ales ca soluţie completă la problema ridicată de noţiunea de substanţă, dar nesoluţionată îndeajuns prin noţiunea de materie.

Energia însă nu este prezentă doar în cazul tuturor fenomenelor naturale, ea este totodată *determinantă pentru toate.*

Orice fenomen, fără excepţie, poate fi reprezentat sau descris exact şi exhaustiv prin aceea că se indică care din energii suportă modificări temporale şi spaţiale. Invers, la întrebarea în ce condiţii are loc în genere un fenomen, sau în ce condiţii se întâmplă ceva, se poate da un răspuns general care se sprijină pe comportamentul energiilor existente. Deci şi cea de-a doua latură, necesară pentru noţiunea universală a lucrurilor exterioare, este regăsită în cazul energiei. Se poate spune realmente: *tot ce ştim despre lumea de afară putem prezenta prin forma unor enunţuri despre energia existentă*, noţiunea de energia dovedindu-se sub toate aspectele noţiunea universală pe care ştiinţa a creat-o până astăzi. *(pp.148)*

*Conştiinţa*

De procesele impresiilor şi senzaţiilor generate de influenţa energiei externe, pe care putem să le percepem ca o formare de energie nervoasă pe cheltuiala energiei externe, se pot lega două *efecte*. Pe de o parte, senzaţiile generează nemijlocit o reacţie, astfel încât survine o *acţiune* în sensul cel mai general, deci o prestare de energie a organismului spre exterior, pe de altă parte se mai interpun transformări ale energiilor nervoase, dezvoltate în prealabil, sub alte forme ale aceleiaşi energii. Pentru că şi declanşarea unei acţiuni se bazează de obicei pe o transformare survenită între timp, acesta este fenomenul mai general, care va fi discutat mai întâi.

Transformarea energiei nervoase generată în organul senzorial are loc foarte probabil în acele organe care au fost denumite *celule ganglionare*, şi care se află întotdeauna la una din extremităţile unui nerv. Procesul ce are loc aici nu trebuie privit ca pură transformare de energie, căci are caracterul unei *declanşări relative*. Cu alte cuvinte putem spune că energia nervoasă survenită este utilizată în scopul transformării într-o nouă energie nervoasă a rezervelor existente de energie, probabil de natură chimică, prin activarea unui proces de declanşare a cărui sumă se poate afla într-un raport extrem de variat faţă de suma energiei rezultate, în

funcţie de structura transformatorului. Aici intervine faptul, amintit adeseori, al *obişnuinţei:* cu cât este necesară mai puţină energie declanşatoare pentru realizarea unei cantităţi date de energie rezultată, cu atât mai des s-a desfăşurat în structura respectivă un proces identic sau asemănător.

Această energie nervoasă nou formată fie trece în organul central, fie ia calea către organele în care corpul dezvoltă o energie ce se exteriorizează. În primul caz se naşte conştiinţa, în al doilea o acţiune inconştientă sau un *reflex*. Această interpretare a proceselor nervoase a fost explicată atât de convingător prin diagnosticele anatomice şi fiziologice încât putem s-o considerăm corectă.

*În funcţie de acestea vă propun să percepeţi conştiinţa ca proprietatea unui anumit tip de energie nervoasă, şi anume a celei care este activată în organul central.* Problema că nu orice energie nervoasă generează conştiinţă pare a rezulta indubitabil prin faptul că după eliminarea conştiinţei în timpul somnului, prin anesteziere sau narcoză, un mare număr de organe nervoase continuă să lucreze, şi anume toate cele care reglează procesele involuntare ale corpului, cum ar fi bătăile inimii, respiraţia, digestia, secreţia glandulară, fără a fi perturbate de absenţa conştiinţei. De asemenea, în astfel de stări se execută adeseori corect anumite acţiuni, care de obicei sunt declanşate conştient şi voluntar.

În ce fel să considerăm conştiinţa şi energia nervoasă ca fiind unite? Mie mi se pare că această legătură trebuie gândită cât mai strâns, şi sunt dispus să admit conştiinţa de asemenea ca o caracteristică esenţială a energiei nervoase a organului central, aşa cum de exemplu configuraţia spaţială este o caracteristică esenţială a energiei mecanice, iar cea temporală una a energiei cinetice. Acestea devin mai clare dacă ne aducem aminte de punctul de pornire al consideraţiilor noastre. Conform acestuia, întreaga noastră cunoaştere a lumii exterioare provine de la procesele care au loc în conştiinţa noastră. Din componentele comune ale acestei experienţe, *noţiunea de energie* s-a dovedit a fi cea mai generală,

iar în funcţie de natura acestor experienţe şi a relaţiilor lor reciproce am diferenţiat diferitele tipuri de energie care se transformă unele în altele. De aceea vom proceda consecvent numai dacă legăm sursa tuturor acestor conţinuturi, conştiinţa noastră însăşi, de această noţiune generală, spunând împreună cu Kant: toate reprezentările noastre despre lumea exterioară sunt subiective în măsura în care percepem doar acele acţiuni care corespund structurii conştiinţei noastre. Faptul că toate evenimentele exterioare pot fi reprezentate ca procese interenergetice, îşi află explicaţia cea mai simplă *atunci când tocmai procesele conştiinţei noastre sunt energetice, acestea imprimând structura lor tuturor experienţelor exterioare.*

Pentru această idee nu doresc de la dumneavoastră vreun angajament mai mare decât s-o acceptaţi ca o încercare de a ajunge la o concepţie unitară despre lume. Ea trebuie considerată deocamdată un început, aşa cum trebuie făcut întotdeauna când avem de-a face sau cu soluţionarea mentală a unui nou domeniu sau cu o nouă cale în scopul rezolvării celei vechi. Examenul experimental la care este supusă o astfel de idee constă în dezvoltarea tuturor consecinţelor sale şi în compararea faptelor cunoscute cu acestea.

Numai că toţi psihologii sunt de acord asupra faptului că procesele energetice însoţesc toate procesele spirituale, mai ales cele conştiente, şi că toată gândirea, simţirea şi vrerea determină un consum de energie. Dar în scopul înţelegerii acestui fapt ne-am mulţumit cu teoria *paralelismului psiho-fizic.* Acesta, în forma sa mai veche dată de Spinoza spune că procesele spirituale şi fizice ar fi laturi diferite ale aceleiaşi întâmplări faptice; iar în funcţie de felul în care privim substanţa, în funcţie de întindere (de elementul fizic) sau de gândire (de elementul psihic), se obţine unul sau altul din fenomene. Noua teorie despre paralelismul psihico-fizic recuză această concepţie ca neştiinţifică şi introduce în schimb un paralelism de două şiruri cauzale existente alături dar care, din cauza incomparabilităţii elementelor lor, nu sunt niciodată direct

întrepătrunse. Îmi este greu să descopăr între acest principiu şi cel a lui Leibniz al armoniei prestabilite o altă diferenţă decât aceea creată prin alăturarea noţiunii ipotetice a monadei la Leibniz şi a materiei în modernism. Totodată reprezentanţii acestei concepţii recunosc că în cadrul acestei alăturări sălăşluieşte ceva nesatisfăcător, ceva ce trebuie înlăturat de munca progresivă a spiritului uman. Că ideea unificatoare ar fi de găsit *numai* în domeniul metafizicii trecând în mod necesar dincolo de ştiinţele naturii, cărora le aparţin atât fiziologia cât şi psihologia, nu prea poate fi gândită ca o afirmaţie probabilă în contextul progresului ştiinţei în genere. Însă timpul l-a nedreptăţit pe cel care a afirmat imposibilitatea vreunui progres în sensul unei evoluţii constante.

Dacă încerci să dai socoteală despre cum a luat naştere această idee dificilă a paralelismului independent, obţii una din sursele *materialismului mecanicist*.Deja Leibniz a observat limpede această corelaţie; în vremurile noastre Du Bois-Reymond a relevat limpede starea aceasta de fapt prin al său „ignorabimus". Leibniz atrage atenţia asupra faptului că dacă ne imaginăm un creier omenesc, prin respectarea tuturor raporturilor, atât de mare încât să privim şi să ne plimbăm înăuntrul său, „ca într-o moară", cunoscând complet toate mecanismele atomilor cerebrali, am vedea totuşi doar atomi în mişcare şi nimic din ideile care corespund acestor mişcări. Lucruri asemănătoare dezvoltă Du Bois-Reymond în discursul său despre limitele cunoaşterii naturii. Prin faptul că desemnează cunoaşterea maselor, vitezelor, poziţiilor şi forţelor moleculelor cerebrale ca fiind o cunoaştere astronomică a acestora, el spune: „În ceea ce priveşte procesele spirituale înseşi, se arată că ne-ar fi la fel de incomprehensibile în cazul cunoaşterii astronomice a organului sufletului, ca acum. Având cunoaşterea lor, noi am sta şi astăzi în faţa lor ca în faţa a ceva nemijlocit. Cunoaşterea astronomică a creierului, cea mai înaltă pe care o putem dobândi despre acesta, nu ne dezvăluie nimic altceva decât materie în mişcare. Însă prin nici un fel de aranjament imaginat şi

prin nici o mişcare a particulelor materiale nu se poate ridica o punte spre împărăţia conştiinţei."

Nu cunosc nici o dovadă mai convingătoare pentru valoarea filosofică a concepţiei energetice despre lume decât faptul că această veche problemă îşi pierde toată grozăvia în lumina acestora. Pentru că dificultatea provine numai din faptul că atât Leibniz cât şi Du Bois-Reymond fac supoziţia, împreună cu Descartes în privinţa lumii fizice, că aceasta nu s-ar compune din nimic altceva decât din materie în mişcare. Evident că într-o astfel de lume ideea nu poate ocupa nici un loc. Noi, cei care privim energia ca ultimă realitate, nu resimţim nimic în privinţa unor astfel de imposibilităţi. Am văzut că acţunea sistemului nervos poate fi redusă fără contradicţie la procesele energetice şi am văzut că procesele nervoase legate de conştiinţă se leagă mereu de cele inconştiente. Mi-am dat cea mai mare silinţă să găsesc vreo absurditate sau imposibilitate în prezumţia că anumite tipuri de energie fac necesară prezenţa conştiinţei: n-am reuşit să descopăr ceva de genul acesta. Prin cercetarea celor mai importante fenomene ale conştiinţei ne vom convinge curând atât că energia cinetică presupune *mişcare,* dar şi că energia sistemului nervos central presupune *conştiinţa.*

În acelaşi timp recunoaştem că energia combinată cu conştiinţă este tipul de energie superior şi cel mai rar pe care îl cunoaştem. Ea se naşte numai în organele special dezvoltate; chiar şi creierele diferiţilor oameni prezintă diferenţieri majore în ceea ce priveşte cantitatea şi eficienţa acestui tip de energie. Nu trebuie să ne mire că asemenea energie se naşte numai în condiţii speciale. Pentru realizarea energiei electrice prin presiune, chiar şi printre numeroasele cristale, doar relativ puţine deţin proprietatea de a o face, şi anume doar cele în care apar axe unilaterale. Iar radiaţiile uraniului şi a câtorva alte elemente, cercetate în epoca noastră, sunt producţii de energie ale căror apariţie este mai rară şi ale căror condiţii de generare sunt mai limitate.

Încă un gând dificil îl eludăm pe aceeaşi cale. Dacă în om, împreună cu „materia" creierului său, există, empiric vorbind, şi spirit, atunci nu înţelegem de ce nu toată materia include şi spirit. Pentru că elementele din creier: carbon, hidrogen, oxigen, azot şi fosfor nu sunt altele decât cele care apar pretutindeni în lume; datorită metabolismului ele sunt perpetuu înlocuite de altele, a căror provenienţă este aleatorie pentru efectul lor din interiorul creierului. Deci dacă spiritul este o proprietate sau o acţiune a substanţei din creier, atunci această însuşire (proprietate), conform legii conservării substanţei, trebuie în orice condiţii să le fie atribuită atomilor pe care mecanica îi presupune, iar piatra, masa şi ţigara sunt însufleţite, la fel ca şi copacul, animalul şi omul. Într-adevăr, dacă se admite premisa, această idee se impune atât de stringent, încât în literatura filosofică mai recentă ea este recomandată ca fiind corectă sau cel puţin convenabilă, sau se emite pentru evitarea ei un dualism decis şi inextricabil dintre spirit şi materie.

Şi această dificultate dispare în faţa energeticii. În timp ce materia urmează legea conservării elementelor astfel încât cantitatea existentă într-un spaţiu limitat de oxigen, azot ş.a.m.d. – în stare legată sau nelegată – nu poate fi modificată prin nici un procedeu cunoscut, în general este posibil să transformi o cantitate de energie dată în alta, fără ca din cea dintâi să rămână vreun rest cuantificabil. Experienţa nu contravine deci în nici un fel ideii că tipuri speciale de energie necesită şi raporturi pentru a lua fiinţă şi că anumite cantităţi ale acestora pot dispărea complet prin transformare în alte forme. Acesta este cazul cu energia spirituală, adică a energiei nervoase conştiente şi inconştiente.

Dacă astfel se recomandă concepţia energetică a spiritului prin eliminarea unor dificultăţi mari, a căror înlăturare a provocat acuitatea spirituală a mai multe secole, ne mai rămâne sarcina importantă de a verifica dacă şi proprietăţile activităţii spirituale conştiente pot fi integrate fără contradicţie în cadrul energeticii. Eu cred că şi la această întrebare se poate răspunde prin da.

Avansez ideea că aici este vorba doar de o părere preliminară; decizia ştiinţifică a chestiunii va mai solicita un volum considerabil de muncă asiduă, de cea mai mare dificultate.

Teoria mai recentă despre paralelismul psihofizic pleacă de la premisa că fiecărui eveniment spiritual i se atribuie sau îi corespunde unul fizic, iar în măsura în care în genere s-a putut verifica această prezumţie ea a fost confirmată. De asemenea materialiştii presupun că spiritul ar fi doar un efect al materiei, iar în sprijinul acestei foarte răspândite concepţii despre lume se prezintă un număr mare de fapte experimentale. Energetica poate mobiliza ambele tabere în favoarea ei, pentru că „eveniment fizic" şi „efect al materiei" nu înseamnă în sensul nostru nimic altceva decât transformare de energie. Diferenţa constă doar în supoziţia de nesusţinut că materia ar fi o ultimă noţiune a realităţii. Dacă aceasta se îndepărtează, atunci frontul se schimbă, iar toate dovezile adunate de ambele tabere servesc interesului concepţiei energetice. *(pp. 329)*

(Wilhelm Oswald, *Prelegeri despre filosofia naturii*, ţinute în vara lui 1901 la Universitatea din Leipzig, Leipzig 1902.)

*Opere: Lehrbuch d. allgem. Chemie*, 2 vol., ed. a 12-a 1910/1911; *Die Überwindung des wissenschaftlichen Materialismus*, 1895; *Vorlesungen über Naturphilosophie*, 1902, ed. a 5-a, 1923, *Moderne Naturphilosophie*; *Die Harmonie der Farben*, ed. a 5-a, 1923; *Lebenslinien*, 3 vol., ed. a 2-a 1932/1933.

*Scrieri despre W.O.:* V.Delbos, *W.O. et sa philosophie*. 1916; F. Überweg, in *Grundriß der Geschichte der Philosophie*, vol. 4, ed. a 13-a, 1951; A. Mittasch, *W.O's Auslösungslehre*, 1951; G. Ostwald, *W.O., mein Vater*, 1953.

# III. CRIZA CONCEPŢIEI MATERIALIST-MECANICISTE

În primele părţi ale anexei au fost relevate începuturile gândirii specifice ştiinţelor naturii precum şi formarea concepţiei materialist-mecaniciste, prin citate cuprinzătoare din operele autorilor clasici, autori care au fost concomitent iniţiatorii şi promotorii acestei dezvoltări. Pentru această a treia parte ne vom rezuma, din motive de spaţiu, la un extras mai mare din scrierile lui Louis de Broglie: acesta ilustrează exemplar cauzele crizei gândirii materialist-mecaniciste.

Drept punte va servi introducerea la „Principiile mecanicii" (1876) a lui Heinrich Hertz (1857-1894). Aici se clarifică cum fizica începe din nou să realizeze că este în fond o ştiinţă a naturii, *ale cărei afirmaţii privind domeniile limitate ale naturii au, de asemenea, doar o valabilitate limitată corespunzătoare, şi că ea nu este o filosofie care dezvoltă un Weltanschauung despre natură în totalitatea ei sau despre esenţa lucrurilor*. Hertz spune că afirmaţiile fizicii n-au nici sarcina, nici capacitatea să dezvăluie esenţa fenomenelor naturii aşa cum sunt ele în sine. El constată că determinările fizicii sunt doar reprezentări, iar în privinţa concordanţei lor cu obiectele naturii putem face vreo afirmaţie doar într-o anumită situaţie: şi anume atunci când concluziile derivabile *logic* ale reprezentărilor noastre concordă cu urmările, *empiric* observabile, ale fenomenelor pentru care emitem aceste reprezentări. Cu alte cuvinte: reprezentările ipotetice ale unui context cauzal, prin care ne apropiem de fenomenele naturii, trebuie să fie aplicabile în experienţa empirică. Criteriile, cu ajutorul cărora putem constata utilitatea reprezentărilor, sunt următoarele trei: 1. ele trebuie să fie *admisibile*, deci să corespundă limitelor gândirii noastre; 2. trebuie să fie *corecte*, deci trebuie să concorde cu experienţa exterioară; 3.trebuie să fie *utile*, adică trebuie să conţină cât mai puţine relaţii inutile sau vide ale obiectului.

Aici se sugerează, deja, judecata esenţială a fizicii moderne pe care Eddington a formulat-o, cu o conciziune impresionantă, prin următoarea propoziţie: „Am constatat că acolo unde ştiinţa a pătruns cel mai adânc, spiritul a recâştigat din natură doar ceea ce tot el i-a atribuit. Pe ţărmurile necunoscutului am descoperit o urmă ciudată. Am

născocit una după alta teorii profunde pentru a le lămuri originea. În sfârşit am reuşit să reconstruim esenţa care a generat urma. Şi stupoare! Aceasta este chiar a noastră înşine."

**Heinrich Hertz**

**(22.2.1857-1.1.1894)**

*Introducere la „Principiile mecanicii"*

Următoarea şi într-un anume sens cea mai importantă sarcină a cunoaşterii noastre conştiente a naturii este calitatea ei de a ne face capabili să prevedem evenimentele viitoare, pentru a ne configura acţiunea prezentă în funcţie de această previziune. Ca temei pentru soluţionarea acestei sarcini de cunoaştere utilizăm în orice circumstanţe experienţele premergătoare, dobândite prin observaţii întâmplătoare sau prin încercări intenţionate. Procedeul de care ne servim însă pentru deducerea celor viitoare din cele trecute şi, prin aceasta, pentru obţinerea previziunii dorite este următorul: ne creăm ficţiuni interioare sau simboluri despre obiectele exterioare şi le facem în aşa fel încât consecinţele ideatice necesare ale reprezentărilor să fie la rândul lor întotdeauna reprezentări ale consecinţelor necesare în natură privind obiectele ilustrate. Pentru ca această cerinţă să poată fi în genere îndeplinită trebuie să existe anumite concordanţe între natură şi spiritul nostru. Experienţa ne învaţă că cerinţa poate fi îndeplinită şi că astfel de concordanţe există în fapt. Dacă am reuşit, o dată, ca din experienţa acumulată până acum să deducem reprezentări în configurarea cerută, atunci putem să dezvoltăm pe schema dată, ca pe nişte modele, în scurt timp, cauzele care vor apărea în lumea din afară abia după mai mult timp, ca o consecinţă a intervenţiei noastre proprii; astfel avem capacitatea de a o lua înaintea evenimentelor, iar pe baza înţelegerii dobândite ne putem orienta deciziile prezente. Imaginile despre care vorbim constituie reprezentările noastre despre lucruri; ele au în comun cu lucrurile acea *unică* concordanţă esenţială, care constă în îndeplinirea cerinţelor numite, dar pentru scopul lor nu este necesar să mai deţină şi vreo altă

concordanţă cu lucrurile. Şi, într-adevăr, nici nu ştim şi nici nu avem vreun mijloc de a afla dacă reprezentările noastre despre lucruri concordă cu indiferent ce altceva decât doar cu acea *unică* relaţie fundamentală.

Imaginile pe care vrem să ni le facem despre lucruri sunt fără echivoc, neinfluenţate de cerinţa conform căreia urmările imaginilor sunt la rândul lor imaginile urmărilor. Sunt posibile diverse reprezentări ale aceloraşi obiecte, iar aceste reprezentări se pot diferenţia în funcţie de direcţii diferite. De la bun început trebuie să numim inadmisibile genul de reprezentări care poartă deja în sine o esenţială contradicţie cu legile gândirii noastre; şi cerem, pentru început, ca toate reprezentările noastre să fie logic admisibile sau, pe scurt, admisibile. Numim incorecte reprezentări admisibile atunci când relaţiile lor esenţiale contravin relaţiilor lucrurilor exterioare, adică atunci când nu satisfac acea primă cerinţă fundamentală. Solicităm, deci, în al doilea rând, ca reprezentările noastre să fie corecte. Dar două reprezentări admisibile şi corecte privind aceleaşi obiecte exterioare se mai pot diferenţia în funcţie de oportunitate. Dintre două reprezentări ale aceluiaşi obiect va fi mai oportună cea care produce mai multe relaţii esenţiale ale obiectului decât cealaltă, şi atunci putem spune că aceasta ar fi mai clară. În cazul aceleiaşi claritǎţi între două reprezentări va fi mai utilă aceea care pe lângă trăsăturile esenţiale conţine un număr mai mic de relaţii inutile sau vide, deci cea care este mai simplă. Complet nu vor putea fi evitate relaţiile vide, pentru că acestea revin reprezentărilor, deoarece ele sunt doar reprezentări, şi anume reprezentări ale spiritului nostru deosebit, fiind deci codeterminate de proprietăţile sale de reprezentare.

Până acum am enumerat cerinţele pe care le impunem noi înşine reprezentărilor; cu totul altceva sunt cerinţele pe care le impunem unei expuneri ştiinţifice a unor astfel de reprezentări. Solicităm celei din urmă să ne facă limpede care proprietăţi li se atribuie reprezentărilor de dragul admisibilităţii, care de dragul corectitudinii, care de dragul oportunităţii. Numai astfel ni se oferă

posibilitatea de a modifica, de a îmbunătăţi ceva la reprezentările noastre. Ceea ce le-a fost adăugat reprezentărilor de dragul oportunităţii este conţinut în denumiri, definiţii, abrevieri, pe scurt în ceea ce putem adăuga sau retracta după bunul nostru plac. Ceea ce le revine reprezentărilor de dragul corectitudinii este conţinut în faptele experimentale, care au servit la construcţia reprezentărilor. Ceea ce le revine reprezentărilor de dragul admisibilităţii este dat prin caracteristicile spiritului nostru. Faptul că o reprezentare este admisibilă sau nu îl putem decide neechivoc prin da sau nu; şi aceasta printr-o valabilitate a deciziei noastre pentru toate timpurile. Faptul că o reprezentare este corectă sau nu poate fi decis de asemenea prin da şi nu, dar numai în funcţie de experienţa noastră actuală şi sub rezerva referirii la experienţe ulterioare mai bine puse la punct. În privinţa faptului că o reprezentare va fi oportună sau nu, nu există nici o decizie echivocă, putând exista diferenţe de părere. O reprezentare poate oferi avantaje într-o direcţie, cealaltă în altă direcţie şi numai prin verificarea succesivă a unui şir de reprezentări se obţin în final, de-a lungul timpului, cele oportune.

Acestea sunt punctele de vedere în funcţie de care, aşa cum cred eu, trebuie apreciată valoarea teoriilor fizice şi valoarea reprezentării teoriilor fizice. Oricum, ele sunt punctele de vedere dinspre care dorim să apreciem de acum reprezentările date despre principiile mecanicii. În acest sens este desigur necesar să explicăm mai întâi, în mod clar, ce denumim prin acest termen.

Iniţial în mecanică, prin principiu s-a înţeles *stricto sensu* acel enunţ care nu era redus la rândul său la alte teoreme ale mecanicii, ci care se dorea a fi ştiut rezultat nemijlocit al altor surse de cunoaştere. Datorită evoluţiei istorice nu s-a putut evita ca teoremele, care sub premise speciale au fost cândva denumite pe bună dreptate principii, să-şi păstreze mai târziu acest nume, chiar dacă pe nedrept. De la Lagrange încoace s-a repetat adeseori afirmaţia că principiile centrului de greutate şi ale suprafeţelor sunt în fond doar teoreme cu un conţinut general. Dar cu acelaşi

drept se poate remarca şi că celelalte aşa-numite principii nu pot deţine acest nume independent unele de altele, ci că fiecare din ele trebuie să coboare la rangul unei concluzii sau teoreme, atunci când reprezentarea mecanicii se bazează pe unul sau mai multe din cele rămase. Noţiunea principiului mecanic nu este, deci, una foarte bine fixată. De aceea, să lăsăm acelor teoreme, în formularea lor individuală, denumirea lor originară; atunci când vorbim însă doar la modul general despre principiile mecanicii, nu dorim ca prin acestea să înţelegem acele teoreme particulare, ci oricare dintre acestea, sau altele asemănătoare la alegere, care satisfac condiţia ca din ele, fără a recurge la întreaga experienţă, să poată fi dezvoltată pur deductiv întreaga mecanică. În cadrul acestui fel de a le defini, noţiunile fundamentale ale mecanicii împreună cu principiile ce le înlănţuie reprezintă imaginea simplă pe care fizica reuşeşte s-o creeze despre lucruri, despre lumea senzorială şi procesele din cadrul ei. Deoarece putem oferi printr-o selecţie diferită a teoremelor pe care le luăm ca temei diverse reprezentări despre principiile mecanicii, obţinem astfel diferite reprezentări ale lucrurilor, pe care le verificăm şi le comparăm între ele, privind admisibilitatea lor, corectitudinea lor şi oportunitatea lor."

(Heinrich Hertz, *Principiile Mecanicii*, 1876.)

*Opere: Gesammelte, Werke*, 3 vol. 1894-1895.

*Scrieri despre H.H.:* M. Planck, *H.H.* 1894; Johanna Hertz, *H.H. Erinnerungen, Briefe, Tagebücher*, 1927; J.Zenneck, *H.H.*1929.

## Louis de Broglie

### (1892 - 1987)

### *„Dezvoltarea fizicii contemporane"*

Precum toate ştiinţele naturii aşa înaintează şi fizica pe două căi diferite: pe calea experimentării care ne permite să descoperim şi să analizăm un număr crescând de fenomene, de date fizice şi pe calea teoriei, care ne permite să adunăm şi să unificăm datele cercetate într-un sistem coerent, care însă, totodată, prin faptul că

enunţă ceva nou indică direcţia pentru cercetarea experimentală. Din această consonanţă dintre experiment şi teorie se naşte în fiecare epocă o totalitate de cunoştinţe care reprezintă fizica acestei epoci.

Atunci când a început dezvoltarea ştiinţei moderne, fizicienii s-au ocupat mai întâi cu studiul acelor fenomene fizice pe care le puteau observa nemijlocit. Astfel, de exemplu, prin studiul echilibrului şi al mişcării corpurilor s-a născut acea ramură a fizicii, astăzi autonomă, care se numeşte mecanică. Studiul fenomenelor sunetelor a dus la acustică, iar prin rezumarea şi subordonarea tuturor fenomenelor în care lumina joacă un rol, s-a creat optica.

Faptul că fizica a adâncit într-o măsură considerabilă şi a extins în toate direcţiile cunoaşterea fenomenelor care au loc în lumea noastră corespundea sarcinilor ei şi i-a adus în secolul al XIX-lea faima. Ea n-a dezvoltat mai departe doar disciplinele mari ale fizicii clasice – mecanica, acustica şi optica; ea a descoperit, prima fiind, şi noi domenii de cunoaştere care au deschis nenumărate perspective: termodinamica şi ştiinţa despre electricitate.

Cu cât oamenii de ştiinţă şi tehnicienii din aceste domenii ale fizicii au reuşit să stăpânească mai multe amănunte, cu atât numărul utilizărilor practice a devenit mai mare. Invenţiile care se datorează progresului din fizică în secolul al XIX-lea şi din care tragem astăzi foloase sunt nenumărate – de la maşina cu aburi la radiotelefonie. Aceste invenţii ocupă în viaţa fiecăruia, direct sau indirect, un loc atât de important că nu mai merită să le enumerăm.

Fizica ultimului secol a reuşit deci să stăpânească complet fenomenele pe care le percepem în jurul nostru. Fără îndoială, studiul acestor fenomene mai poate să ducă la multe descoperiri şi aplicaţii noi, dar munca principală în acest domeniu pare făcută. De aceea de treizeci sau patruzeci de ani precursorii fizicii şi-au îndreptat atenţia din ce în ce mai mult către problemele mai subtile care pot fi descoperite şi analizate doar cu ajutorul unei tehnici experimentale mult perfecţionate: fenomenele moleculare, atomice şi intraatomice. Pentru a satisface curiozitatea spiritului uman nu

este suficient să ştim cum se comportă corpurile materiale ca întreg în cadrul formelor vizibile de prezentare, cum se derulează reacţiile dintre lumină şi materie, privite la scară mare. Trebuie pătruns în amănunte, trebuie încercată analiza structurii materiei şi a luminii şi trebuie precizate procesele elementare a căror totalitate generează fenomenele vizibile. Pentru a duce aceste cercetări la bun sfârşit este nevoie mai întâi de o tehnică experimentală mult mai rafinată, care permite descoperirea şi înregistrarea efectelor extrem de subtile, tehnică cu ajutorul căreia se pot măsura cantităţi care sunt infinit mai mici decât cele pe care le cunoaştem din experienţa noastră zilnică. Este nevoie şi de teorii temerare care se sprijină pe matematici superioare, permiţându-ne astfel să utilizăm imagini şi reprezentări complet noi. Se vede deci de câtă profunzime, de cât talent şi de câtă răbdare a fost nevoie pentru a fundamenta şi duce mai departe fizica atomică.

Din punct de vedere experimental acest progres a fost caracterizat prin faptul că de la zi la zi cunoştinţele noastre despre cele mai mici componente ale materiei s-au lărgit, şi odată cu ele cunoştinţele fenomenelor care sunt corelate cu existenţa acestor mici elemente componente.

Deja de mult timp, chimiştii constataseră prin cercetări că aceste corpuri materiale sunt formate din atomi. Putem într-adevăr să împărţim corpurile materiale, conform proprietăţilor lor, în două categorii: în substanţe compuse, care prin procedee adecvate pot fi reduse la substanţe simple, şi în substanţe simple, sau elemente chimice, care rezistă oricărei încercări de divizare. Studiul legilor cantitative după care substanţele simple se leagă pentru a forma substanţe compuse i-a determinat pe chimişti, de un secol încoace, să lucreze cu următoarea ipoteză:

„O substanţă simplă se compune din particule mici egale, care poartă numele de atomi ai acestei substanţe simple; substanţele compuse sunt formate din molecule, care la rândul lor se formează din legătura mai multor atomi de substanţe simple." După această ipoteză, a descompune o substanţă compusă şi a o reduce la

elementele care o formează înseamnă deci a rupe moleculele acestei substanţe şi a elibera atomii care le conţin. Numărul substanţelor simple cunoscute în prezent este de 89 şi se presupune că numărul lor total este de 92 (sau poate 93). Corpurile materiale se compun deci din 92 de tipuri diferite de atomi.

Această ipoteză atomică n-a reuşit să facă ordine doar în chimie, ea a pătruns şi în fizică. Dacă un corp material este compus din molecule şi atomi, atunci proprietăţile sale fizice trebuie să poată fi explicate prin compoziţia lor atomică. Proprietăţile gazelor, de exemplu, le vom putea explica prin constatarea că o substanţă gazoasă este compusă dintr-un număr enorm de atomi şi molecule care se află într-o mişcare rapidă. Presiunea pe care o substanţă gazoasă o exercită asupra pereţilor unui vas este generată de lovitura moleculelor pe aceşti pereţi. Temperatura acestei substanţe gazoase va fi o funcţie a vitezei medii a moleculelor, iar această viteză va creşte atunci când creşte temperatura. Această concepţie a structurii corpurilor gazoase a fost dezvoltată în cea de-a doua jumătate a secolului al XIX-lea sub denumirea de „Teoria cinetică a gazelor". Ea ne-a permis să explicăm pe ce se bazează legile corpurilor gazoase, pe care experimentul ni le-a relevat. Dacă ipoteza atomică este corectă, atunci proprietăţile corpurilor solide şi lichide vor trebui să poată fi explicate prin ipoteza că moleculele şi atomii ar fi în aceste stări fizice mult mai apropiate decât în stare gazoasă. Forţele considerabile care se manifestă între atomi şi molecule trebuie să respecte proprietăţile care caracterizează corpurile solide şi lichide: incomprehensibilitatea, coeziunea ş.a.m.d. Teoria atomică a materiei a fost confirmată de experienţe frumoase, directe, ca cea a lui Jean Perrin, care ne-au permis să măsurăm greutatea diferitelor tipuri de atomi şi să determinăm numărul de atomi care se află într-un centimetru cub.

Fără a mai intra în amănunte privind dezvoltarea teoriei atomice, dorim doar să amintim că ipoteza conform căreia toate corpurile sunt compuse din molecule, care la rândul lor sunt compuse din diferite legături de atomi elementari, s-a dovedit atât

în fizică, cât şi în chimie extrem de fertilă şi că, în consecinţă, ea trebuie privită ca o bună reprezentare a realităţii. Dar fizicienii nu s-au oprit aici. Ei au dorit să ştie şi din ce sunt compuşi atomii la rândul lor şi să înţeleagă prin ce diferă atomii diferitelor elemente. Ei au fost sprijiniţi în această chestiune de progresul care s-a făcut în cunoaşterea fenomenelor electrice. În cadrul studiului acestor fenomene s-a considerat adecvat de la bun început să se considere curentul electric care trece printr-o sârmă de metal ca o scurgere a „sarcinilor electrice" prin această sârmă. Dar, după cum se ştie, există două tipuri de electricitate, cea pozitivă şi cea negativă. Este deci la îndemână să admiţi existenţa a doi curenţi: curentul electric pozitiv şi cel negativ. Aceşti curenţi poţi să ţi-i imaginezi de două tipuri diferite: o dată, ca şi cum ar fi formaţi dintr-o substanţă care umple uniform întregul domeniu în care se află curentul, sau din contră, de parcă ar fi formaţi dintr-un nor de mici corpusculi, din care fiecare în parte este o mică bilă încărcată electric. Experimentul a decis în favoarea celui de-al doilea concept. Cu aproximativ treizeci de ani în urmă el ne-a arătat că electricitatea *negativă* este alcătuită din corpusculi minusculi complet identici ale căror masă şi sarcină electrică sunt extraordinar de mici. Corpusculii electricităţii negative se numesc electroni. S-a reuşit separarea unor electroni din materie şi cercetarea comportamentului lor atunci când se deplasează într-un spaţiu vid. În acelaşi timp, s-a confirmat că ei se comportă la fel cum trebuie să se comporte micile particule electrizate după legile mecanicii clasice. Analizându-se comportamentul acestor mici particule în prezenţa unui câmp electric sau magnetic, s-a reuşit măsurarea sarcinii şi masei lor, care, repet, sunt ambele extraordinar de mici. Pentru electricitatea pozitivă, structura corpusculară nu poate fi demonstrată atât de direct. Totuşi, fizicienii au ajuns la convingerea că şi electricitatea pozitivă este subîmpărţită în corpusculi perfect asemănători, care în momentul de faţă se numesc „protoni".

Protonul are o masă, care – deşi încă foarte mică – este aproape de două mii de ori mai mare decât cea a electronului, un fapt care

demonstrează că între electricitatea pozitivă şi negativă există o asimetrie ciudată. În schimb, sarcina protonului este absolut egală cu cea a electronului, dar să fim bine înţeleşi, cu semn opus, pozitiv în loc de negativ.

Electronii şi protonii au o masă extrem de mică. Această masă, însă, nu este în nici un caz identică cu zero, iar un număr suficient de mare de protoni şi electroni vor putea avea o masă totală considerabilă. Acest lucru ne tentează să admitem că toate corpurile materiale, care sunt caracterizate în general prin faptul că sunt grele şi au inerţie, deci prin masa lor, nu se compun în ultimă instanţă din nimic altceva decât dintr-un număr mare de protoni şi neutroni. Astfel, atomii elementelor, care sunt ultimele componente din care se alcătuiesc toate substanţele materiale, trebuie să se compună din nou din electroni şi protoni, iar cele 92 de tipuri diferite de atomi ale celor 92 de elemente trebuie să reprezinte 92 de legături diverse între electroni şi protoni.

Ideea că atomii sunt formaţi din protoni şi electroni a putut fi, în consecinţă, mai exact precizată mai ales datorită lucrărilor experimentale ale fizicianului englez Rutherford şi lucrărilor teoretice ale lui Niels Bohr. S-a demonstrat că atomul unei substanţe simple este format dintr-un nucleu central, care poartă o sarcină pozitivă identică cu multiplul-Z al sarcinii protonului, în care Z este un număr întreg, şi că se compune în continuare din Z electroni care orbitează în jurul acestui nucleu. Întregul este neutru din punct de vedere electric. Nucleul însuşi este format fără îndoială, aşa cum vom vedea mai târziu în amănunt, din protoni şi electroni. Aproape întreaga masă a atomului se găseşte concentrată în nucleu, pentru că acesta conţine protonii, iar aceştia sunt mult mai grei decât electronii. Cel mai simplu atom, cel al hidrogenului, este compus dintr-un nucleu, care este format dintr-un singur proton, în jurul căruia orbitează un singur electron. Cifra Z a sarcinii elementare pozitive purtate de nucleu diferenţiază atomul unui element de atomul altuia. Deci substanţele simple au putut fi clasificate într-o succesiune, care corespunde valorilor crescânde

ale cifrei Z, de la hidrogen (Z=1) până la uraniu (Z=92). S-a constatat că acest procedeu de clasificare a substanţelor simple corespunde cu ceea ce se dezvoltase din diferenţele dintre greutăţile atomilor şi proprietăţile chimice, şi cunoscut sub denumirea de Sistemul lui Mendeleev (după chimistul rus care îl propusese pentru întâia oară).

Nu pot explica aici în amănunt din ce motive reprezentarea conform căreia atomul ar fi un fel de mic sistem solar, format dintr-un Soare nucleu şi planete electroni, a fost salutată atât de entuziast de fizicieni. Aş dori doar să mă rezum şi să spun că această reprezentare ne-a permis să explicăm nu doar proprietăţile chimice ale substanţelor simple ci şi o serie de proprietăţi fizice, cum ar fi de exemplu compoziţia razelor de lumină pe care le pot emite în anumite condiţii, bunăoară atunci, pentru a da un exemplu, când le aduci la incandescenţă.

Dar există un punct de care trebuie să ţinem seama. Pentru a putea dezvolta în mod satisfăcător teoria conform căreia un atom seamănă cu un sistem solar, Bohr a fost nevoit să introducă o idee ciudată; el a împrumutat-o din teoria cuantică, care a fost dezvoltată mai întâi de Planck. Tocmai am spus că electronul se comportă în acele experimente în care îi poţi urmări mişcarea ca un mic corpuscul cu o masă foarte mică şi că mişcarea acestuia poate fi prezisă, aplicându-se legile mecanicii clasice. Dar acestea se schimbă atunci când ne ocupăm de mişcările unui electron care se deplasează pe traiectorii de dimensiuni foarte mici, mişcări pe care nu le putem urmări prin observaţii, pe care Bohr le-a imaginat însă pentru a putea calcula particularităţile modelului său atomic planetar. Planck a fost primul care a recunoscut că astfel de mişcări nu trebuie să urmeze exact legile mecanicii clasice. Dintre toate mişcările pe care mecanica clasică le recunoaşte drept posibile numai unele pot fi executate într-adevăr de către electron: aceste mişcări preferenţiale au fost denumite mişcări „cuantificate". Bohr s-a văzut nevoit să preia din nou în teoria sa a sistemului atomic planetar ideile lui Planck; el a descoperit că electronii planetari

pot executa numai mişcări cuantificate, şi această condiţie constituie practic cheia pentru toate proprietăţile atomilor.

Să rezumăm pe scurt cele spuse. Studiul proprietăţilor corpurilor materiale a dus fizicienii la presupunerea că materia n-ar fi compusă din nimic altceva decât din mici corpusculi, electroni şi protoni. Diferite legături ale acestor corpusculi formează atomii celor 92 de substanţe simple, din care sunt construite moleculele substanţelor compuse. Aceasta este concluzia la care se ajunsese cu aproximativ douăzeci de ani în urmă. Vom vedea în curând că de atunci lucrurile s-au complicat; acum însă, trebuie să încetăm pentru o clipă să ne preocupăm de substanţă şi să vorbim puţin despre lumină.

Lumina, care ajunge la noi de la Soare sau stele, atinge ochiul nostru, după ce a străbătut spaţii imense în care nu există materie. Lumina străbate în viteză deci spaţiul vid, fără dificultăţi, şi, spre deosebire de sunet de exemplu, nu este legată de o mişcare a substanţei. Descrierea lumii fizice ar fi deci incompletă dacă nu s-ar adăuga la substanţă altceva, ceva ce este independentă de aceasta: lumina.

Dar ce este lumina? Din ce este formată?

Filosofia Antichităţii precum şi mulţi alţi oameni de ştiinţă până la începutul ultimului secol au susţinut că lumina este compusă din mici corpusculi care se află într-o mişcare rapidă. Prin această ipoteză este nemijlocit explicată propagarea rectilinie, pe care lumina o are în condiţii obişnuite şi de asemenea reflexia, pe care lumina o suferă lovind oglinda.

La această teorie corpusculară a luminii s-a renunţat complet deja acum un secol; lucrările fizicianului Young şi mai ales cercetările francezului Augustin Fresnel au determinat acest lucru. Young şi Fresnel au descoperit o categorie de fenomene luminoase, fenomenele de interferenţă şi de refracţie care nu pot fi explicate de teoria corpusculară. Fresnel a arătat totodată că o altă reprezentare despre natura ondulatorie a luminii nu dă socoteală

doar de fenomenele clasice – propagarea rectilinie, reflexia şi refracţia – ci totodată şi de fenomenele de interferenţă şi difracţie.

Ideea naturii ondulatorii a luminii, care a fost afirmată deja timpuriu de câteva minţi inteligente, cum ar fi de exemplu olandezul Christian Huygens, porneşte de la ideea că propagarea luminii trebuie comparată cu propagarea unui val într-un mediu elastic, cu cercurile de valuri pe care aruncarea unei pietre le provoacă în apă. Deoarece lumina se propagă în spaţiul vid, Fresnel a admis un mediu fin, şi anume „eterul" care pătrunde toate corpurile materiale, umple spaţiile goale şi serveşte undelor luminoase ca suport.

Ce se înţelege însă printr-o undă? O undă, atunci când se propagă liber, este identică cu o succesiune de valuri, ale căror coame sunt separate de o distanţă constantă, care se numeşte „lungime de undă". Totalitatea acestor valuri se deplasează pe direcţia de propagare cu o viteză determinată, adică viteza de propagare a undei, care pentru undele luminoase este de 300.000 km pe secundă în spaţiul vid, aşa cum au demonstrat-o experienţele care au fost efectuate după moartea lui Fresnel. Diferitele valuri cu coamele şi văile lor trec continuu prin unul şi acelaşi punct în spaţiu. Mărimea, care se propagă prin unde, se schimbă deci acolo periodic, iar perioada acestei unde este vădit identică cu timpul care se scurge între trecerea a două coame succesive.

Am văzut până acum doar cum se propagă o undă atunci când nimic nu-i împiedică propagarea. Lucrurile se petrec altfel atunci când unda, în timpul propagării ei, se loveşte de obstacole, când de exemplu se loveşte de suprafeţe, care o opresc sau o reflectă, sau când trebuie să treacă prin fantele dintr-un ecran, sau în sfârşit când se loveşte de puncte materiale care o dispersează. Atunci când unda este deformată în aşa măsură şi reflectată înspre sine nu mai ai de-a face cu o undă simplă ci cu o suprapunere de unde simple. Starea de oscilaţie care survine în fiecare punct depinde atunci de felul în care efectele diferitelor unde simple suprapuse se însumează sau se anulează. Atunci când undele simple îşi

însumează efectele, când, după cum se spune, sunt în concordanţă de fază, oscilaţia care rezultă va fi foarte intensă. Dacă, în schimb, undele simple se anulează, dacă au faze contrare, oscilaţia devine slabă, uneori chiar egală cu zero. Rezumând se poate spune: prin faptul că există obstacole care perturbă propagarea unei unde se formează o repartiţie complicată a intensităţilor oscilatorii, o distribuţie care, în plus, depinde într-un înalt grad de lungimea de undă a undei incidente. Acestea sunt fenomenele de interferenţă şi difracţie.

Cel ce admite ideea că lumina este formată din unde, va conta de la bun început pe faptul că vor apărea fenomene de interferenţă şi difracţie în momentul în care propagării libere a unui fascicol de raze i se opun obstacole. Young şi mai apoi Fresnel au arătat că lumina prezintă, în aceste condiţii, într-adevăr fenomene de interferenţă şi difracţie, iar Fresnel a demonstrat mai departe că reprezentarea privind natura ondulatorie a luminii este suficientă pentru a explica toate fenomenele observate în toate amănuntele. Pornind din acest moment şi de-a lungul ultimului secol, natura ondulatorie a luminii a fost recunoscută fără să existe vreo contradicţie.

Acum însă, după cum este cunoscut, există diferite tipuri de lumină simplă, din care fiecare corespunde unei „culori" bine determinate. Lumina albă, bunăoară, care este emisă de corpurile albe incandescente, de filamentul unui bec electric de exemplu, se formează prin suprapunerea în succesiune permanentă a tipurilor simple de lumină, a căror culoare se schimbă treptat, prin treceri insesizabile, de la violet la roşu, formând „spectrul". Teoria ondulatorie a luminii a condus în mod natural la caracterizarea printr-o lungime de undă a fiecărui tip de lumină, a fiecărei componente a spectrului, sau, pentru a ne exprima altfel: ea face ca fiecărei culori să-i corespundă o lungime de undă. Aşa s-a reuşit măsurarea lungimilor de undă care corespund diferitelor culori ale spectrului, deoarece fenomenele de interferenţă depind de lungimea de undă; tot astfel s-a putut constata că lungimea de

undă se modifică continuu, crescând de la violetul extrem al spectrului, unde are 4 x $10^{-7}$ m, până la roşul extrem unde atinge 8 x$10^{-7}$ m.

Acum treizeci de ani încă nu exista nici un motiv de îndoială cu privire la natura ondulatorie a luminii, sau cu privire la cea a altor radiaţii. Dar de atunci s-au descoperit fenomene produse de raze, necunoscute până atunci, care, după cum se pare, pot fi explicate doar prin reprezentarea corpusculară. Dintre aceste fenomene cel mai important este efectul fotoelectric. Este vorba de următorul fenomen: dacă o bucată de materie, de exemplu un metal, este iradiat cu lumină, se observă adeseori că această bucată de materie elimină electroni într-o mişcare foarte rapidă. Studiul acestui fenomen a arătat că viteza electronilor emişi depinde doar de lungimea de undă a radiaţilor incidente şi de natura corpului radiant, şi în nici un caz de intensitatea razelor incidente. Numai numărul electronilor emişi este dependent de această intensitate. Mai mult: energia electronilor emişi se modifică în raport invers faţă de lungimea de undă a undei incidente. Einstein a meditat asupra acestui fenomen şi a recunoscut că pentru a-l explica trebuie să recurgi, cel puţin într-o anumită măsură, la structura corpusculară a razelor. El a admis că razele se compun din corpusculi, care deţin o energie invers proporţională cu lungimea de undă, şi a arătat că legile efectului fotoelectric pot fi deduse uşor din această ipoteză.

Fizicienii s-au trezit însă, deodată, într-un impas deloc de neglijat: pe lângă totalitatea fenomenelor de interferenţă şi difracţie, care arată că lumina este compusă din unde, se situează acum efectul fotoelectric şi alte fenomene descoperite recent, care arată că lumina este formată din corpusculi, din „fotoni", cum se spune în prezent.

Există doar o singură ieşire din acest impas: concepţia ondulatorie şi cea corpusculară a luminii se vor recunoaşte ca fiind două concepţii complementare ale aceleiaşi realităţi. De fiecare dată când o radiaţie face schimb de energie cu materia, acest

schimb poate fi descris ca absorbţie sau emisie a unui foton de către materie. Dacă se vizează însă descrierea propagării corpusculilor luminoşi într-un spaţiu, trebuie să recurgi la propagarea ondulatorie. Dezvoltând această idee se ajunge în concluzie la supoziţia că densitatea norului corpuscular care este legat de o undă luminoasă este proporţională, în fiecare punct, cu intensitatea acestei unde luminoase. Astfel se ajunge la un fel de sinteză a două teorii vechi rivale şi se pot explica în acelaşi timp interferenţele şi efectul fotoelectric. Marele avantaj al acestei sinteze este faptul că ne relevă cât de legate sunt în natură undele şi corpusculii, cel puţin în cazul luminii. Dacă aşa stau lucrurile cu lumina, nu se poate admite, oare, că acelaşi lucru e valabil şi pentru materie? Toate eforturile fizicienilor mergeau în direcţia reducerii materiei la un tot extins de corpusculi. Dar nu trebuie dedus că, la fel cum un foton nu poate fi separat de unda care este legată de el, şi corpusculii materiei sunt mereu legaţi de o undă? Aceasta este întrebarea principală pe care va trebui s-o lămurim.

Să admitem, pe de o parte, că corpusculii materiei, electronii de exemplu, ar fi secundaţi mereu de o undă. Dacă acum corpusculii şi unda sunt strâns legate, atunci mişcarea corpusculului şi propagarea undei nu mai sunt independente unele de altele, iar mărimile mecanice ale corpusculilor (cantitatea de mişcare şi energia) trebuie să poată fi legate de mărimile caracteristice ale undei aparţinătoare (lungimea de undă şi viteza de propagare). Această paralelă este într-adevăr posibilă plecându-se de la legătura care există între foton şi unda sa aparţinătoare. Teoria unei legături între corpusculii materiali şi undele lor aparţinătoare este astăzi cunoscută sub denumirea de mecanică ondulatorie.

Atât timp cât unda asociată unui corpuscul se propagă liber într-o regiune, a cărei dimensiune este mare în raport cu lungimea de undă, noua mecanică ne duce într-acolo încât să-i recunoaştem corpusculului legat de o undă aceeaşi mişcare prezisă de legile mecanicii clasice. Acest lucru este valabil în special pentru mişcarea electronilor, pe care o putem observa direct, astfel

explicându-se de ce studiul mişcării electronilor a dus, la scară mare, la considerarea electronilor ca fiind corpusculi simpli. Există însă cazuri în care legile mecanicii clasice nu mai reuşesc să descrie mişcarea corpusculului. Primul dintre aceste cazuri este acela în care propagarea undei adiacente este redusă la o regiune a spaţiului, ale cărui dimensiuni corespund celei a lungimii de undă. Acest lucru este valabil pentru electronii în interiorul atomului. Unda legată de electron este atunci forţată să adopte forma unei unde staţionare, analogă cu undele staţionare elastice, pe care le poate prezenta o sfoară fixată la ambele capete, sau analogă cu undele electrice staţionare care se pot forma într-o antenă de radio. Teoria arată că aceste unde staţionare pot avea numai anumite lungimi de undă, definibile precis, cărora le corespunde o anumită energie, precis definită, a electronului repartizat, şi anume acele stări de energie precis definite care corespund stărilor de mişcare „cuantificate", pe care Bohr le-a introdus în teoria sa. Şi astfel se explică faptul, care până acum a fost enigmatic, că tocmai aceste mişcări cuantificate sunt singurele posibile pe care electronul închis în atom le poate efectua.

Există un al doilea caz în care mişcarea electronului nu trebuie să urmeze legile clasice ale mecanicii, şi anume cazul în care unda sa aparţinătoare se loveşte în timpul propagării de obstacole. Se formează atunci interferenţe, iar mişcarea corpusculilor nu mai are nici o legătură cu acea mişcare pe care ar prezice-o mecanica clasică. Pentru a percepe cum trebuie să se desfăşoare lucrurile, vom face o comparaţie cu razele. Să admitem că emitem o radiaţie cu o lungime cunoscută de undă în direcţia unei instalaţii care este capabilă să producă interferenţe. Deoarece ştim că radiaţiile sunt compuse din fotoni, putem să spunem că emitem un roi de fotoni asupra instalaţiei în discuţie. În regiunea în care se formează interferenţe, fotonii se repartizează astfel încât se găsesc concentraţi acolo unde intensitatea undei repartizate este cea mai mare. Dacă acum emitem asupra aceleiaşi instalaţii, nu o radiaţie, ci un mănunchi de electroni a căror undă adiacentă are aceeaşi lungime

de undă ca şi radiaţia utilizată mai înainte, atunci unda va interfera ca mai înainte, deoarece fenomenele de interferenţă corespund lungimii de undă. Şi atunci pare natural să admitem că şi electronii se vor găsi concentraţi acolo unde intensitatea undei este cea mai puternică. Cu alte cuvinte: electronii se vor repartiza la acest al doilea experiment în spaţiu ca fotonii la primul. Dacă acest lucru va putea fi constatat se va observa în acelaşi timp şi existenţa undei legată de electroni şi se va putea vedea dacă formulele mecanicii ondulatorii sunt exacte.

Acum mecanica ondulatorie duce la îmbinarea unei unde cu electronii care deţin viteze ce sunt atinse în experimente obişnuite, unde a căror lungime de undă este de ordinea de mărime a lungimii de undă a razelor Roentgen (a zecea milionime de milimetru). Pentru a putea constata unda de electroni, trebuie să atingi cu ei fenomene de interferenţă, care să fie analoge cu cele care se obţin cu razele Roentgen. Fenomene de acest tip au fost într-adevăr obţinute, mai întâi în anul 1927 prin Davisson şi Germer în Statele Unite, apoi printr-un număr mare de experimentatori, şi anume prin profesorul G.P.Thomson în Anglia şi prin Ponte în Franţa. N-o să descriu experimentele lor, ci o să constat doar că au fost pe deplin confirmate de formulele mecanicii ondulatorii.

Aceste experimente grandioase au demonstrat deci că electronul nu este un simplu corpuscul. El este oarecum corpuscul şi undă în acelaşi timp. Şi acelaşi lucru este valabil, aşa cum au arătat experimentele de mai târziu, pentru proton. Putem deci constata că substanţa, la fel ca şi lumina, este formată din unde şi corpusculi. Deci substanţa şi lumina par a fi, în ceea ce priveşte structura lor, mult mai asemănătoare decât s-a crezut înainte. Astfel concepţia noastră despre natură devine mult mai limpede şi mai simplă.

Nucleul unui atom cu cifra atomică Z poartă, aşa cum am văzut mai sus, o sarcină care este identică cu multiplu-Z al sarcinii protonului şi care reprezintă aproape întreaga masă a atomului. S-a bănuit de mult că nucleele atomilor se compun din protoni şi

electroni, că numărul protonilor depăşeşte numărul electronilor cu Z, astfel încât întreaga masă le revine practic protonilor. Ideea că nucleul ar fi compus a luat fiinţă oarecum forţat prin interpretarea radioactivităţii. Descoperirea radioactivităţii, provocată de Henri Becquerel, este meritul lui Pierre Curie precum şi al colaboratoarei şi soţiei sale, Madame Curie, născută Marie Sklodowska. Substanţele radioactive sunt elemente grele, care în rândul elementelor poartă numărul cel mai mare (de la 83 la 92). Ele sunt caracterizate prin faptul că sunt instabile spontan, adică nucleul unuia din atomii lor explodează din timp în timp, transformându-se în nucleul unui atom mai uşor. Această descompunere este însoţită de eliminarea de electroni (raze-beta), atomi uşori de heliu (Z=2)(radiaţii alfa) şi de o radiaţie foarte penetrantă cu o frecvenţă foarte ridicată (radiaţii gama). Descoperirea acestui fenomen radioactiv a fost de un interes extrem de mare pentru fizicieni, pentru că a demonstrat că nucleele atomice sunt într-adevăr construcţii compuse. Un nucleu complicat formează, atunci când se descompune, un nucleu simplu şi realizează astfel spontan transformarea elementelor despre care au vorbit alchimiştii Evului Mediu. Din păcate însă, radioactivitatea este un fenomen asupra căruia nu putem exercita nici un fel de influenţă. În consecinţă nu putem face nimic altceva decât s-o observăm, fără vreo posibilitate de a influenţa modalităţile. La douăzeci de ani după descoperirea radioactivităţii s-a înregistrat un progres considerabil prin descoperirea dezintegrării atomice artificiale, pe care i-o datorăm fizicianului englez Rutherford. Prin bombardarea unor atomi uşori cu ajutorul unor particule alfa, care la rândul lor sunt emise de substanţe radioactive, s-a reuşit spargerea acestor atomi uşori. Se obţin atomi mai simpli şi se realizează în acest fel, într-adevăr, o dezintegrare artificială. Numai că această transformare a fost obţinută pentru cantităţi atât de reduse de materie încât, în momentul de faţă, n-are nici o utilitate practică, utilitatea ei teoretică fiind însă foarte mare, pentru că ea demonstrează unitatea materiei şi ne oferă informaţii despre structura nucleelor.

În ultimii ani s-a progresat enorm în cercetarea dezintegrării artificiale, mai întâi în Anglia unde, sub influenţa lui Rutherford, tinerii fizicieni Chadwick, Cockroft, Walton şi Blackett au obţinut rezultate admirabile, iar apoi în diferite alte ţări şi mai ales în Statele Unite, acolo mai special prin lucrările lui Lawrence. În Franţa, la Paris, există două institute importante în care tineri oameni de ştiinţă excepţional de dotaţi se ocupă de problemele atomice. Pe de o parte institutul de radiologie, condus de Madame Curie până la moartea sa, în cadrul căruia activează în primul rând fiica ei, Madame Irène Joliot-Curie şi soţul ei F.Joliot precum şi Pierre Auger, Rosenblum şi alţii. Apoi laboratorul pentru cercetări fizice privind razele Roentgen, care a fost întemeiat de fratele autorului şi care încă şi astăzi este condus de el. Aici Jean Thibaud, J.J.Trillat, Leprince-Ringuet şi alţi cercetători au făcut experienţe frumoase şi fructuoase..

Desigur, nu pot aici să intru în amănuntele rezultatelor care au dus la un soi de chimie a nucleului atomic. Transformările sunt reprezentate prin ecuaţii care sunt pe deplin analoge cu cele pe care chimiştii le utilizează de mult timp pentru a reprezenta reacţiile chimice obişnuite. Dar aş dori să prezint în amănunt două descoperiri fundamentale, care au fost făcute pe neaşteptate în decursul experimentelor. În primul rând descoperirea neutronului. În cursul anumitor experimente de dezintegrare, atât Chadwick cât şi perechea Joliot au constatat în produsele dezintegrării prezenţa unui nou tip de corpuscul, necunoscut până acum. Aceşti corpusculi, care traversează foarte uşor materia, par a nu avea nici o sarcină electrică şi par să aibă o masă care este identică cu cea a protonului. În momentul de faţă sunt denumiţi „neutroni". Desigur, e neîndoielic faptul că aceştia deţin un rol important în structura nucleului.

La mai puţin de un an de la descoperirea neutronului (1932) s-a descoperit un al patrulea tip de corpuscul. Studiind efectele dezagregării provocate de radiaţii cosmice, atât Anderson cât şi Blackett şi Occhialini au constatat existenţa electronului pozitiv,

deci a unui corpuscul care are aceeaşi masă ca şi electronul, a cărui sarcină electrică este însă identică cu cea a electronului cu semn invers. Aceşti electroni pozitivi, care apar mult mai rar decât electronii negativi, joacă desigur un rol însemnat în fenomenele nucleelor atomice.

Ca urmare a acestor descoperiri senzaţionale făcute în ultimii ani, situaţia se prezintă mult mai complicat decât înainte. Pentru că acum cunoaştem patru tipuri de corpusculi: electroni, protoni, electroni pozitivi şi neutroni. Dar sunt ele într-adevăr toate elementare? Fără îndoială că nu. Probabil că unul din cei patru trebuie să fie compus. Dacă se admite de exemplu că protonul, electronul şi electronul pozitiv sunt elementare, atunci neutronul s-ar compune dintr-un proton care este răspunzător aproape de întreaga masă şi dintr-un electron care neutralizează sarcina protonului. Se poate admite – şi această ipoteză ni se pare seducătoare – că neutronul şi ambele tipuri de electroni sunt corpusculi elementari; protonul s-ar compune atunci dintr-un neutron şi un electron pozitiv şi ar pierde rangul unui corpuscul simplu elementar. Oricum, descoperirea neutronului şi a electronului pozitiv ne-a îmbogăţit considerabil cunoştinţele despre lumea atomică.

Doresc să mai spun ceva despre radiaţiile cosmice. O serie de lucrări care au fost executate în ultimii ani, în primul rând cele ale profesorului Millikan, au arătat existenţa unei radiaţii extraordinar de penetrante care pare a veni din spaţiul interplanetar. S-a descoperit că această radiaţie are un efect extrem de puternic asupra materiei, provocând nenumărate dezintegrări atomice. Studiul radiaţiilor cosmice este dificil, despre natura acestora ştim încă destul de puţine, dar este destul de probabil ca în viitorul foarte apropiat să apară şi în acest domeniu rezultate numeroase şi interesante.

Din această foarte succintă expunere se vede că experimentele de laborator ne-au dăruit de câţiva ani, zi de zi, descoperiri care sunt de o valoare incomensurabilă. Fizica teoretică, a cărei sarcină

este să explice şi să conducă încercările experimentale, n-a rămas între timp inactivă.

De treizeci de ani istoria fizicii teoretice a fost determinată de dezvoltarea a două mari teorii de o amploare extraordinară, teoria relativităţii şi teoria cuantică. Dintre ele, teoria relativităţii, care este mai puţin direct legată de progresul fizicii atomice, este cea care este mai cunoscută publicului larg. Ea porneşte de la anumite experienţe care privesc interferenţa luminii şi care n-au putut fi explicate cu ajutorul vechilor teorii. Printr-o forţă spirituală, care va rămâne memorabilă în analele ştiinţei, Albert Einstein a depăşit aceste dificultăţi, şi anume prin faptul că a introdus noţiuni cu totul noi despre natura spaţiului şi a timpului şi despre relaţia lor reciprocă. Astfel s-a născut acea frumoasă teorie a relativităţii, care mai târziu, după ce a fost generalizată, ne-a furnizat o nouă reprezentare despre forţa de gravitaţie. Anumite confirmări experimentale au fost făgăduite. Ele mai sunt făgăduite şi astăzi, dar un lucru este sigur, faptul că îi datorăm teoriei relativităţii puncte de vedere extraordinar de noi şi fructuoase. Ea ne-a arătat cum pot fi depăşite obstacole aparent de netrecut şi cum pot fi descoperite puncte de vedere neaşteptate, atunci când renunţi la anumite păreri preconcepute, care-şi datorează valabilitatea mai mult obişnuinţei decât logicii. Teoria relativităţii a fost un mijloc excelent pentru exersarea spiritului fizicienilor.

La fel de importantă, chiar dacă mai puţin cunoscută marelui public a fost elaborarea teoriei cuantice şi dezvoltarea ei. Cu ajutorul ei s-a reuşit valorificarea constatărilor fizicii experimentale şi întemeierea unei ştiinţe a fenomenelor atomice. Dacă doreai descrierea mai exactă a fenomenelor erai supus constrângerii fundamentale de a accepta concepţii complet noi, străine fizicii clasice. Pentru a descrie lumea atomică nu este suficient să transferi metode şi imagini care sunt valabile în domeniul nostru sau în cel astronomic la domenii mult mai mici. Am văzut deja că pe baza lucrărilor lui Bohr s-a convenit reprezentarea atomilor ca sisteme solare în miniatură, în care electronii joacă rolul planetelor, care

descriu elipse în jurul unui Soare central cu sarcină pozitivă. Dar pentru a obţine cu ajutorul acestei reprezentări într-adevăr rezultate interesante, trebuie presupus că sistemul solar atomic respectă anumite legi, şi anume legile cuantice, care sunt complet diferite de cele ale sistemelor astronomice. Cu cât s-a meditat mai mult la aceste diferenţe, cu atât mai puternic s-a conştientizat marea lor importanţă şi semnificaţia lor fundamentală. Introducerea cuantelor a avut ca urmare faptul că, pretutindeni, în fizica atomică, a fost introdusă discontinuitatea; această introducere este esenţială, deoarece fără ea atomii ar fi instabili şi substanţa n-ar putea exista.

Am văzut că de câţiva ani teoria cuantică a admis, în urma descoperirii naturii duble a electronului, cea corpusculară şi cea ondulatorie, o nouă formă care este denumită „mecanică ondulatorie". Succesele ei au fost nenumărate. Mecanica ondulatorie ne-a permis să înţelegem mai bine şi să prefigurăm mai corect acele fenomene care depind de existenţa stărilor staţionare cuantificate pentru atomi. Şi chimia a tras foloase din dezvoltarea noii teorii, pentru că a rezultat de aici o nouă şi foarte interesantă manieră de percepţie a legăturilor chimice.

Dezvoltarea mecanicii ondulatorii a determinat fizicienii să-şi lărgească din ce în ce mai mult reprezentările. În cadrul acestei noi teorii legile naturii nu mai deţin caracterul strict pe care-l aveau în fizica clasică. Nu mai există nici un determinism de neclintit al fenomenelor, ci doar legi ale probabilităţii. Acest lucru este exprimat într-o manieră precisă de „relaţia de indeterminare (incertitudine)" emisă de Werner Heisenberg. Chiar şi noţiunile de cauzalitate şi individualitate au trebuit să fie supuse unui nou examen, iar din această criză importantă a teoriilor fundamentale ale reprezentărilor noastre fizice vor apărea fără îndoială consecinţe pe tărâm filosofic, pe care astăzi încă nu le putem surprinde.

(Louis de Broglie, *Lumină şi materie,* cu o prefaţă de Werner Heisenberg, Ed.a 7-a, Hamburg 1939, Editura Claasen, p.16-36.)

*Opere: L'Electron magnétique*, Paris 1934; *Ondes et corpuscules*, Paris 1928; *Matière et lumière*, Paris 1937, în germ. *Licht und Materie*, ed.a 7-a, 1949; *Continu et discontinu au physique moderne*, Paris 1941, în germ. *Die Elementarteilchen*, 1943; *Physique et microphysique*, Paris 1947; *Théorie générale des particules à spin*, Paris 1943; *La cybernétique, théorie du signal et de l'information*, Paris 1951.

Anexa noastră a avut scopul de a ilustra situaţia istorică a ştiinţelor moderne ale naturii printr-o selecţie, inevitabil succintă, din lucrările reprezentanţilor celor mai de seamă. Rezumând, vrem să subliniem următoarele:

1. Ştiinţa modernă a naturii se distinge la începuturile ei printr-o modestie asumată; ea face afirmaţii despre contexte strict delimitate, afirmaţii ce sunt valabile *numai în cadrul acestor limite*.

2. *În secolul al XIX-lea, această modestie a dispărut*. Cunoştiinţele fizicii erau considerate ca afirmaţii despre natura în întregul ei. Fizica vrea să fie filosofie, pretinzându-se adesea ca orice filosofie autentică să fie ştiinţă a naturii.

3. Astăzi fizica cunoaşte o transformare fundamentală, pe măsură ce trăsătura ei cea mai izbitoare se dovedeşte a fi reîntoarcerea la modestia sa originară.

4. Conţinutul filosofic al unei ştiinţe se păstrează doar atunci când ea e conştientă de limitele ei. Marile descoperiri ale proprietăţilor fenomenelor naturale particulare sunt posibile doar dacă nu se determină în prealabil, prin generalizare, esenţa unor asemenea fenomene. Doar prin faptul că fizica lasă deschisă problema esenţei ultime a corpurilor, materiei, energiei ş.a.m.d, ea ajunge să aibă cunoştinţe despre proprietăţile particulare ale fenomenelor pe care le descriem prin aceste concepte, ajunge să aibă cunoştinţe ce sunt apoi în stare să conducă la o înţelegere cu adevărat filosofică.

# TERMEN ENCICLOPEDIC

## „NATURA"

Termenul „natură" provine de la termenul grec *physis*. Acest cuvânt este derivat din rădăcina *phy* (lat. *fio*, *fui*, germ *bin*), care numeşte creşterea. Physisul circumscrie tot ceea ce se naşte şi devine, şi cuprinde astfel universul în întregul său. Noi traducem termenul prin „natură" de la cuvântul latinesc *natura*, a cărui semnificaţie corespunde celei a cuvântului grec (*nasci*, a fi născut, a creşte, înrudit cu *gignere)*.

În reprezentarea greacă iniţială, prin realitate se înţelege în primul rând ceea ce devine nemijlocit, în măsura în care creşte; aici trebuie amintit faptul că pentru greci, creşterea naturală adevereşte întotdeauna legea imanentă a oricărei fiinţări. De aceea, adeseori prin termenul de „natură", ca principiu al devenirii, se înţelege „esenţa" unui lucru.

Noţiunea de natură, reprezentarea deci pe care spiritul uman şi-o face despre aceasta, traversează o istorie lungă şi schimbătoare. Se modifică cunoaşterea fenomenelor naturale şi prin aceasta şi concepţia despre natură.

Perioada filosofiei timpurii a cosmogoniilor (secolul 6 î.Hr.), adică perioada dezbaterilor privitoare la originea cosmosului, a universului, este plină de reprezentări mitice în care deja raportul omului faţă de natură joacă un rol central.

O primă limitare, care nu mai este mitică, ci filosofică, a noţiunii de *physis,* a naturii, începe în Antichitate prin sofistică (Protagoras, 480-410; Gorgias, 483-375; Hippias şi Prodicos, contemporani mai tineri ai lui Protagoras) precum şi cu filosofia socratică. În această noţiune nu se mai însumează *întreaga realitate,* ci doar un anumit domeniu. Primii care au folosit *physisul* împotriva *nomosului* (legii) au fost sofiştii, ei au adus „cele naturale" în contradicţie cu „cele doar convenite" şi „stabilite" de oameni. Prin euristica lui, Socrate (469-399) îşi recunoaşte dispreţul faţă de o ştiinţă a naturii, opunându-i o *ştiinţă despre*

*om*. Într-o parte se situează acum natura, în cealaltă omul şi cultura sa. Acum la începuturile gândirii occidentale se pune problema dacă este mai important să cunoşti natura sau esenţa omului.

După trepte premergătoare extraordinat de importante la atomişti (Democrit 460-371) şi Platon (427-347; filosofia naturii în „*Timaios*" ), găsim marele proiect final al filosofiei greceşti a naturii la Aristotel (384-322; opere principale: „Fizica", în greacă şi germ. cu note de C. Prantl, Leipzig 1854; „Metafizica", trad. cu note de E. Rolfes, Leipzig 1921, de A. Lasson, Jena 1924; „Despre suflet", trad. de A. Busse, Leipzig 1911; „Etica nicomahică", trad. de E. Rolfes, Leipzig 1920; „Politica" trad. de E. Rolfes, Leipzig 1922). Nu putem nici măcar încerca să sugerăm aici conţinutul acestei teorii; trebuie doar amintit că şcolile de filosofie postaristotelice, deci epicureenii (Epicur 342-270, urmaşi Hermachos, Zenon din Sidon, născ. pe la 150, Lucretius Carus, 96-55), stoicii (stoicismul vechi 399-150: Zenon din Citium, aprox.336-264, Cleanthes 331-232, Chrysipp 281/78-208/05; stoicismul de mijloc 150-50 î.Hr.: Panaitios pe la 180-110, Poseidonios pe la 135-51; stoicismul târziu 50 î. Hr.-200 d. Hr.: Seneca, pe la 4 î.Hr.- 65 d.Hr., Epictet pe la 50-138, Marcus Aurelius, 121-180), neopitagoreicii (Nigidius Figulus, prima jumătate a primului secol precreştin, Apollonius din Tyana, primul secol după Hristos, Nicomachos din Cherasa pe la 140 d.Hr., Numenios din Apameia a doua jumătate a secolului al 2-lea) şi neoplatonicienii (Ammonios Sakkas, 175-242; Plotin, 205-270; Longinos, 213-273; Porphyrios 232-304; Iamblichos decedat pe la 330, Proclos, 410-485, Simplicius, dec. la 549) aduc multe variante care nu sunt, însă, importante pentru noi. Scindarea lumii în natură şi spirit şi prin aceasta, prăpastia dintre „fizică" pe de o parte, şi etică şi logică pe de altă parte, s-a păstrat în stoicism şi epicureism, chiar dacă stoicismul a întreprins ultima şi singura încercare a unei împăcări universale a celor două domenii: o luptă gigantică, dar în final zadarnică. În neoplatonism *physis-ul* decade în sfârşit, fiind privit ca o realitate iraţională, în fond lipsită de valoare.

Gândirea creştină a părinţilor bisericii (Tertulian, 160-222; Lactantius, 250-325; Clement din Alexandria, 150-215; Origene, 185-254; Eusebios din Cesarea, 265-340) preia parţial termenul iniţial platonic-aristotelic al naturii; aici, din cauza faptului că „natura" este concepută într-un mod străin de spiritul antic, ca o creaţie a lui Dumnezeu din nimic, termenul se modifică într-un mod decisiv şi-şi pierde semnificaţia.

Chiar dacă în Evul Mediu nu există o cercetare a naturii de sine stătătoare, totuşi această eră cunoaşte o ştiinţă a naturii care se distinge prin grija arătată faţă de moştenirea antică, şi mai ales faţă de cea aristotelică. Păstrătorii moştenirii antice au fost mai întâi filosofii şi oamenii de ştiinţă în domeniul ştiinţelor naturii ai Islamului (Alhazen pe la 965-1039, Avicenna 980-1037). Punctul culminant al ştiinţelor medievale ale naturii în Occident îl reprezintă Albert cel Mare (1193-1280) care proiectează o imagine cuprinzătoare a naturii pe temeiul celei aristotelice.

Odată cu epoca *Umanismului şi a Renaşterii* (sec. al XV-lea şi al XVI-lea) se naşte o nouă concepţie despre natură, care este pentru noi de o importanţă centrală. Accesul către natură se caută acum mai ales prin experiment, o noţiune specific modernă, care apare pentru prima dată la Leonardo da Vinci (1452-1519) într-o formă teoretică clară. (Cel mai cunoscut este „Tratatul despre pictură" şi „Despre anatomia omului". Prezentăm o selecţie a manuscriselor sale cuprinzătoare de la M.Herzfeld: *Leonardo da Vinci, gânditorul, cercetătorul şi poetul*, ed.a III-a, Jena 1910). Experimentul constă în chestionarea naturii în vederea unei teorii proiectate în prealabil, pentru a verifica dacă aceasta este confirmată sau contrazisă de experiment. Punctul de pornire în chestionarea naturii devine *teoria pe care omul o proiectează asupra naturii*. De aceea, după Leonardo da Vinci nu mai e posibil să cunoşti întreaga natură, ci doar acele fragmente care apar în cadrul teoriilor şi întrebărilor gândite de om. Astfel natura este corelatul omului şi al capacităţii sale.

Noţiunii lui Leonardo de experiment sprijinit pe teorie îi corespunde şi noua atitudine fundamentală a lui Bacon (1561-1626); *The Two Books on the Proficience and Advancement of Learning 1605; De dignitate et augmentis scientiarum 1623; Novum Organum scientiarum*, 1620). La el a apărut o a doua trăsătură fundamentală, determinantă pentru ştiinţele moderne ale naturii. Cunoaşterea naturii înseamnă mai ales stăpânirea ei. A cunoaşte înseamnă a putea. Prin aceasta se impune un aspect esenţial al ştiinţei moderne a naturii, pe care Antichitatea nu l-a cunoscut: tehnica, direcţionarea nu asupra unei cunoaşteri teoretice, ci asupra efectului.

Noţiunea de experiment este dezvoltată în continuare de Galileo Galilei (1564-1642).(Opere principale: *Nuncius Siderus*, 1610; *Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo*, 1632, trad. de E. Strauss, Leipzig 1892; *Discorsi e dimostrazioni matematiche intorno a due nuove scienze*, 1638, trad. de A. von Oettingen în Ostwalds Klassikern, Leipzig 1890, a doua ed.1908), şi asistăm atât la el cât şi la Kepler (1571-1630; *Astronomia nova*, 1609; *Harmonices mundi*, 1619) la răsturnarea noţiunii antice despre univers.

Marele apărător al acestei concepţii noi despre natură şi Univers a fost Giordano Bruno (1548-1600: *De umbris idearum*, 1582; *Della causa, principio et uno*, 1584; *De l'infinito, universo e mondi*, 1584; *Degl'eroici furori*, 1585; *De triplici minimo*, 1591; *De immenso et inumerabilibus*, 1591. Trad.: Giordano Brunos Gesammelte philosophische Werke, în lb. germ. şi expl. de L. Kuhlenbeck 1890-1909. Selecţie cu traducere şi comentarii de E. Grassi: *Heroische Leidenschaften und individuelles Leben*, 1947). Prin el se face un nou pas, dincolo de concepţia copernicană a Universului: problema nu constă doar în a opune vechiului sistem geocentric noul sistem solar, ci şi în a recunoaştere că nu există doar o astfel de lume, ci infinit de multe.

Cu toată concizia impusă, ni se pare totuşi necesar să ne oprim o clipă aici. Sistemul cosmic, valabil până la începuturile epocii

moderne, provine din cosmologia lui Aristotel, fiind mijlocit de învăţaţii alexandrini, aşadar de Hipparch (aprox.190-120 î.Hr.), şi prezentat în rezumat de Ptolemeu (sec. II d. Hr.). Acest sistem aristotelico-ptolemeic privea lumea geocentric, adică Pământul era aşezat imuabil în centrul Universului. Universul şi Pământul au formă sferică. Mişcările corpurilor cereşti erau explicate prin presupunerea a zece cămăşi sferice, transparente, aşezate una într-alta, în care sunt incluse stelele. Cea mai exterioară din aceste „sfere" poartă stelele fixe, celelalte poartă planetele. Fiecare planetă aparţine unei sfere speciale: acestea gravitează în jurul Pământului şi odată cu ele stelele aferente.

În contradicţie cu această reprezentare cosmogonică, Copernic (1473-1543) susţinuse în scrierea sa *„De revolutionibus orbium coelestium libri VI"* (1543), că soarele s-ar afla în centrul cosmosului, Pământul ar face parte din planete, iar acestea orbitează toate de la vest la est în jurul Soarelui fix.

Şi G. Bruno se declară în favoarea acestei construcţii a Universului, neghidându-se doar după raţionamente astrologice, ci mai ales după convingerea filosofică conform căreia universul nu poate fi finit. În scrierea sa „Despre cauză", care dezbate filosofia tradiţională, Bruno susţine că Universul nu are nici limite, nici centru. Astfel, lumea pe care o cunoaşte omul nu e decât una printre multe altele.

În final, mai amintim de schimbarea determinantă a concepţiei despre natură a lui Kant (1724-1804; „Istoria generală a naturii şi teoria cerului" 1755; „Critica raţiunii pure" 1781, ed.a 2-a 1787; „Critica raţiunii practice" 1788; „Critica facultăţii de judecată" 1790; „Metafizica moravurilor" 1797). Problema naturii se soluţionează în mare măsură prin problema cunoaşterii acesteia: fenomenele senzoriale prin care aflăm natura sunt ordonate dinainte în noi prin formele de intuiţie proprii omului (spaţiu şi timp; categoriile). În acest fel apare apoi un sistem al naturii care se supune necesarmente legilor matematico-fizice pure: omul este legiuitorul naturii. Dar din nou apare aici problema omului şi a

libertăţii sale. Libertatea omului este sigură de sine însăşi tocmai în contradicţie cu natura, în măsura în care depăşeşte necesitatea cauzală. Astfel natura este limitată de formele de cunoaştere ale omului, iar viaţa sa propriu-zisă, uman-morală, nu mai intră în sfera ei.

Dezvoltarea concepţiei despre natură în filosofia postkantiană nu mai poate fi urmărită aici în amănunţime. Desigur, concepţia lui Hegel (1770-1831) despre ştiinţele naturii ca o treaptă premergătoare a filosofiei, demonstrabilă *a priori*, a contribuit în Occident la generarea unei reacţii a naturalismului empiric sub numele de pozitivism (Comte, 1798-1857; Mill, 1806-1873; Feuerbach, 1804-1872; Spencer, 1820-1903) şi materialism (Moleschott, 1822-1893; Büchner, 1824-1899; Haeckel, 1834-1919). Aceste simplificări mult prea grosiere s-au dovedit, între timp, a nu fi de durată.

*De la începutul secolului XX,* lumea trece într- o totalitate de relaţii matematice; sau cel puţin poate fi descrisă în mod corespunzător doar de acestea. Acesta este un proces hotărâtor. Preştiinţific şi nemijlocit, natura se înfăţişează în forma în care omul o percepe prin organele sale senzoriale. Desigur, organele de simţ rămân aparatul fundamental de observare; dar fără ajutorul tehnicii omul nu mai face faţă în cercetare. Astfel, lumea fizicianului se îndepărtează în mod necesar, încetul cu încetul de lumea cotidiană a omului. Încă acum câteva sute de ani, realitatea era privită, la răsăritul Soarelui, aşa cum este ea; între timp acest lucru s-a dovedit a fi o iluzie şi nu mai putem avea de acum înainte încredere în ochii noştri. Astăzi am ajuns până acolo încât întreaga lume percepută s-a transformat într-o mare de iluzii; văl după văl a fost îndepărtat, până când am crezut că ne aflăm în faţa ultimului văl al realităţii, pe care mai trec fantomatic şi imperceptibil doar umbrele electronilor. Intelectul calculator are aici ultimul cuvânt; din prim-planul percepţiei, lumea se retrage în planul secund al ideii.

Scrierea lui Heisenberg trimite la acest proces, la realitate şi la pericolul în care se află omul, atunci când dizolvă natura în plăsmuiri ale gândirii sale, stăpânind-o nemăsurat. La fel ca la începuturile gândirii Occidentale, şi astăzi ni se atrage atenţia să medităm asupra fiinţei omului.

Ernesto Grassi

# Despre autor

Werner Carl Heisenberg s-a născut la 5 decembrie 1901 la Würzburg ca fiu al profesorului de gimnaziu Dr. August Heisenberg. Tatăl său a devenit în 1909 profesor de greacă modernă şi veche la Universitatea din München. Acolo a frecventat Werner Heisenberg gimnaziul Maximilian de orientare umanistă unde, în 1920, a absolvit prin bacalaureat. Apoi a studiat fizica la München. Profesorii săi au fost în primul rând: Sommerfeld, Wien, Pringsheim şi Rosenthal. În semestrul de iarnă a studiat cu Born, Frank şi Hilbert la Göttingen, dobândind în vara anului 1923, cu Sommerfeld la München, gradul de doctor în filosofie. Ulterior a devenit asistentul lui Born la Göttingen. În vara anului 1924 a obţinut la Göttingen *venia legendi*. Din iarna anului 1924 şi până în 1925 a lucrat ca bursier Rockefeller la Niels Bohr în Copenhaga, iar în vara lui 1925 îl găsim din nou la Göttingen. În 1926 a fost numit lector pentru fizică teoretică la Universitatea din Copenhaga. În toamna anului 1927 a devenit profesor ordinar pentru fizică teoretică la Universitatea din Leipzig. În anul 1929 a intreprins o călătorie mai lungă de cursuri şi conferinţe în SUA, Japonia şi India. În anii 1932 şi 1939 a ţinut cursuri în Statele Unite ale Americii. În 1933 a obţinut premiul Nobel pentru fizică pentru anul 1932. În anul 1941 a fost chemat la Universitatea din Berlin, devenind totodată directorul Institutului Kaiser-Wilhelm pentru fizică din Berlin-Dahlem. La sfârşitul războiului a fost luat prizonier, împreună cu câţiva alţi fizicieni din domeniul fizicii atomice, de trupele americane şi dus în Anglia. De acolo s-a întors în primăvara anului 1946 în Germania unde, împreună cu câţiva colaboratori mai vechi a reamenajat Institutul Kaiser-Wilhelm pentru fizică la Göttingen. Institutul, care din 1946 funcţiona, sub denumirea de Societatea Max Planck, ca urmaşă a Societăţii Kaiser-Wilhelm şi care din 1948 poartă numele de Institutul Max Planck pentru fizică, îşi concentrează activitatea pe cercetarea radiaţiei cosmice şi prin aceasta asupra fizicii atomice a particulelor

elementare. În primăvara anului 1948, W. Heisenberg ţine pentru câteva luni cursuri la Universitatea din Cambridge, Anglia, iar în toamna anului 1950 şi 1954, în Statele Unite la solicitarea diverselor Universităţi de acolo. În toamna anului 1955 ţine la St. Andrews din Scoţia, aşa-numitele Gifford Lectures, care tratează problemele de interferenţă dintre fizica modernă şi filosofie şi care între timp au apărut în volum. În vara anului 1958 s-a mutat împreună cu Institutul Max Planck pentru fizică la München, unde landul Bavaria a pus la dispoziţia institutului său o nouă clădire. La sfârşitul anului 1970 a renunţat la funcţia de director al Institutului Max Planck pentru fizică şi astrofizică. La 1 februarie 1976 Werner Heisenberg moare la München.

# Publicaţii mai importante ale lui Werner Heisenberg:

*Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie*, Hirzel, Leipzig 1930, ediţia a 4-a 1944; *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft*, Hirzel, Leipzig 1935, ediţia a 9-a 1959; *Die Physik der Atomkerne*, Vieweg, Braunschweig 1943, ediţia a 3-a 1949; (ca editor) *Vorträge über die Kosmische Strahlung*, Springer, Berlin 1943, ediţia a 2-a 1953; *Physik und Philosophie*, Hirzel, Stuttgart 1959; Ullstein Taschenbücher-Verlag, Frankfurt/M 1959; *Introduction to the Unified Field Theory of Elementary Particles*, John Wiley Ltd., New York, London (1966); germană: *Einführung in die einheitliche Feldtheorie der Elementarteilchen*, Hirzel, Stuttgart (1967); *Der Teil und das Ganze – Gespräche im Umkreis der Atomphysik*, Piper, München 1969; engl.: *Physics and Beyond – Encounters and Conversations*, Harper & Row, New York, Evanston, London 1971; *Schritte über Grenzen (Paşi peste graniţă)*, Piper, München 1971.

# Publicaţii în reviste ştiinţifice:

*Über Stabilität und Turbulenz von Flüssigkeitsströmen*. Ann. d. Phys. (4) 74 (1924) 577-627; (împreună cu H. K. Kramers): *Über die Streuung von Strahlungen durch Atome*. Zs. F. Phys. 31 (1925) 681-708; *Über quantentheoretische Umdeutung kinematischer und mechanischer Beziehungen*. Zs. F. Phys. 33 (1925) 879-983; (împreună cu M. Born şi P. Jordan): *Zur Quantenmechanik* II. Zs. F. Phys. 35 (1926) 557-615; (împreună cu P. Jordan): *Anwendung zur Quanten mechanik auf das Problem der anomalen Zeemaneffekte*. Zs. f. Phys. 37 (1926) 263-277; *Über den anschaulichen Inhalt der quantentheoretischen Kinematik und Mechanik*. Zs. f. Phys. 43 (1927) 172-198; *Zur Quantentheorie des Ferromagnetismus. Probleme der modernen Physik*. (Sommerfeld-Zeitschrift) (1928) 114-122; (împreună cu W. Pauli): *Zur Quantendynamik der Wellenfelder*. Zs. f. Phys. 56 (1929) 1-61; *Über den Bau der Atomkerne*. I. Z. Physik. 77 (1932) 1-11; II. Z. Physik 78 (1932) 156-164; III. Z. Physik 80 (1933) 587-596; *Die Struktur der leichten Atomkerne*. Z. Physik. 96 (1935) 473-484; *Über die „Schauer" in der kosmischen Strahlung*. Forsch. U. Fortschr.

12 (1936) 341-342; *Zur Theorie der explosionsartigen Schauer in der kosmischen Strahlung* II. Z. Physik 113 (1939) 61-86; *Die „beobachtbaren Größen" in der Theorie der Elementarteilchen.* I u. II. Z. Physik 120 (1943) 513-538, 673-702; *Zur statistischen Theorie der Turbulenz,* Z. Physik 124 (1948) 628-657; *Mesonenerzeugung als Stoßwellenproblem.* Z. Physik 133 (1952) 65-79; *Zut Quantisierung nichtlinearer Gleichungen.* Nachr. Akad. Wiss. Göttingen 1953, 111-127; *Zur Quantentheorie nichtrenormierbarer Wellengleichungen.* Z. Naturf. 9a (1954) 292-303; *Zur Quantentheorie nichtlinearer Wellen-gleichungen* III. U. IV. Z. Naturf. 10a (1955) 425-446; 12 a (1957) 177-187; *Erweiterungen des Hilbert-Raums in der Quantentheorie der Wellenfelder.* Z. Phys. 144 (1956) 1-8; *Bemerkungen zur „neuen Tamm-Dancoff-Methode" in der Wellenfelder.* Nachr. Akad. Wiss. Göttingen 1956 Iia, 27-36/ *Hilbert space II and the „Ghost"states of Pauli and Källen.* Nuovo Cim. (10) 4 (1956) Suppl. 743-747; *Lee Model and Quantisation of non linear Field Equations.* Nucl. Physics 4 (1957) 532-563; (împreună cu H. P. Dürr, H. Mitter, S. Schlieder, K. Yamazacki): *Zur Theorie der Elementarteilchen.* Z. Naturf. 14a (1959) 441-485; (împreună cu H. P. Dürr): *Zur Theorie des „seltsamen" Teilchen.* Z. Naturf. 16a (1961) 726-747; *Der derzeitige Stand der nichtlinearer Spinortheorie der Elementarteilchen.* Acta Physika Austriaca XIV, 328-339 (1961); *Die Entwicklung der einheitlichen Feldtheorie der Elementarteilchen.* Naturwiss. 50, 3-7 (1963)/ (împreună cu H. P. Dürr, H. Yamamoto, K. Yamazaki): *Quantum electrodynamics in the non linear spinor theory and the value of Sommerfeld"s fine structure constant.* Nuovo Cim. X, 38, 1220-1242 (1965); (împreună cu H. P. Dürr): *On the „Spurion"-Theory of strange Particles.* Nuovo Cim. X, 37, 4, 1446-1486 (1965); *Particles as Collective Stationary States. Commemoration Issue for the 30th Anniversary of the Meson Theory by Dr. H. Yukawa,* Progress of Thoretical Physics, Supplement (1965)

# Referinţe bibliografice

## Bibliografie germană:

Bavink, B., *Die Hauptfragen der heutigen Naturphilosophie*, 1828

- *Ergebnisse und Probleme der Naturwissenschaften*, 1953

- *Was ist Wahrheit in den Naturwissenschaften?* Wiesbaden, 1947.

- *Das Weltbild der heutigen Naturwissenschaften und seine Beziehungen zu Philosophie und Religion*, Iserlohn 1947

Becher, E., *Naturphilosophie*, 1914

Bopp, F., und Riedel, O., *Die physikalische Entwicklung der Quantentheorie*, 1950

Burkamp, W., *Naturphilosophie der Gegenwart*, 1930

Cassirer, E., *Das Erkenntnisproblem in der Philosophie und Wissenschaft der neueren Zeit*, 3 vol., ediţia a 3-a 1922/23, volumul 4 cu titlul: *The Problem of Knowledge*. 1950

Conrad-Martius, H., *Der Selbstaufbau der Natur*, 1944

Dannermann, F., *Aus der Werkstadt großer Forscher*, Leipzig 1922

- *Die Naturwissenschaften in ihrer Entwicklung*, 1922

- *Vom Werden der naturwissenschaftlichen Probleme. Grundriß einer Geschichte der Naturwissenschaften*, Leipzig 1928.

Dessauer, F., *Mensch und Kosmos*, 1949

- *Die Theologie in der Natur*, 1949

- *Am rande der Dinge. Über das Verhältnis von Wissen und Glauben*, ediţia a 2-a 1952

- *Religion im Lichte der heutigen Naturwissenschaft*, ediţia a 3-a 1952

Driesch, H., *Die Maschine und der Organismus*. Bios vol. IV, Leipzig 1935.

Einstein, A., *Geometrie und Erfahrung*, 1921

- u. Infeld, L., *Die Evolution der Physik. Von Newton bis zur Quantentheorie*, vol. II, Hamburg 1956, ediţia a 9-a 1965.

Frank, Ph., *Das Ende der mechanistischen Physik*, 1935.

Geiger, M. *Die philosophische Bedeutung der Relativitätstheorie*, 1921.

Grassi, E., u. Uexküll, Th. V., *Wirklichkeit als Geheimnis und Auftrag*, 1951

Haas, H., *Einführung in theoretische Physik*, 1930

Hartmann, H., *Schöpfer des neuen Weltbildes*, Bonn 1952

Hartmann, M., *Die philosophischen Grundlagen der Naturwissenschaften*, 1948

- u. Gerlach, W., *Naturwissenschafte Erkenntnis und ihre Methoden*, 1937

Hartmann, N., *Der Aufbau der realen Welt*, 1940

Heim, K. *Der christliche Gottesglaube und die Naturwissenschaft*, Vol. 1 şi 2, Tübingen 1949 şi 1951.

Heisenberg, W. *Die physikalischen Prinzipien der Quantentheorie*, Ediţia a 4-a Leipzig 1944

- *Die Physik der Atomkerne*, 8 Vorträge. Ediţia a 3-a Braunschweig 1949

Heisenberg, W., *Die Einheit des naturwissenschaftlichen Weltbildes*, în: „Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaft" ediţia a 9-a 1959

- *Die gegenwärtige Aufgabe der theoretischen Physik*. Zeitschr. Scientia, Februarsheft 1938

- *Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaften*, Ediţia a 9-a 1959

- *Die Rolle der Unbestimmtheitsrelation in der modernen Physik*. Monatshefte für Mathematik u. Physik vol. 38, h. 2, 1931.

- *Prinzipielle Fragen der modernen Physik*, în: Wandlungen in den Grundlagen der Naturwissenschaften, ediţia a 9-a 1959

Heimholtz, H. v., *Schriften zur Erkenntnistheorie*, 1921.

Hildesheimer, A., *Die Welt der ungewohnten Dimensionen*, Leiden 1953

Hönigswald, R., *Naturphilosophie* (Jahrbücher d. Philosophie, Jahrg. 1) 1913

Jakob, H., *Die Grundlagen unserer naturwisseschaftlichen Erkenntnis*, Zürich 1948

Jordan, H., *Die Physik und das Geheimnis des organischen Lebens*, ediţia a 6-a, Braunschweig, 1948

- *Die Physik des 20. Jahrhundert*. A 8-a ediţie Braunschweig 1949

- *Das Bild der modernen Physik*, Hamburg 1947
- *Schwerkraft und Weltall*, Brauschweig 1952

Laue, M. v., *Geschichte der Physik*, ediţia a 3-a, Bonn 1950

Lotze, R., u. Sihler, H., *Das Weltbild der Naturwissenschaften*, 1957

Mach, E., *Die Analyse der Empfindungen*, 1922

March, A., *Natur und Erkentnnis*, 1948

- *Das neue Denken der modernen Physik*. Vol. 37, Hamburg, ediţia a 2-a 1960

Niggli, P., *Probleme der Naturwissenschaften*, 1949

Planck, M., *Die Einheit des Wisseschaftsbildes*, 1900
- *Sinn und Grenzen der exakten Wissenschaft*, Ediţia a 2-a 1947
- *Vorträge und Erinnerungen*. Ediţia a 5-a Stuttgart 1949
- *Kausalgesetz und Willensfreiheit*, 1923
- *Das Weltbild der neuen Physik*, Ediţia a 10-a 1947
- *Wege zur physikalischen Erkenntnis*, 1944
- *Wissenschaft und Methode*, 1912

Reichenbach, H., *Philosophische Grundlagen der Quantenmechanik*, 1949

Seliger, R., *Die Grundbeziehungen der neuen Physik*, 1948

Uexküll, Th. v., *Mensch und Natur*, Sammlung Dalp 1953

- u. Grassi, E., *Vom Ursprung der Natur- und Geisteswissenschaften*, 1952

Weizsäcker, C.F. v., *Die Geschichte der Natur*, Göttingen 1948
- *Physik der Gegenwart*, Bonn 1952
- *Zum Weltbild der Physik*. Ediţia a 6-a Stuttgart 1954

Wenzl, A., *Metaphysik der Physik von heute*. 1935

## Bibliografie străină:

Bohr, N., *Atomtheorie und Naturbeschreibung*, Berlin 1931

Boutroux, E., *Das Wissenschaftsideal des Mathematikers*, 1927

Bridgman, *Logik der heutigen Physik*, 1932

Broglie, L. de, *Physik und Mikrophysik. Aus dem Franz*, Hamburg 1950

Butterfield, H., *The Origins of Modern Science*, London 1949

Burit, E.C., *The Metaphysical Foundations of Modern Science*, London 1925

Dampier, W. C., *A History of Science*, 3rd. ed. Cambridge 1942

Dingler, H., (editor) *A century of Science 1851-1951. Written by specialist Authors*, London 1951

Dreyer, J. L., *History of the Planetary Systems from Thales to Kepler*, Cambridge 1906

Duhem, P., *Ziel und Struktur der physikalischen Theorien*, 1908

Eddington, A. Sr., *Das Weltbild der Physik. Ein Versuch seiner Philosophischen Deutung* (The Nature of the physical World), Brauschweig 1932

Groot, H., *Raum und Zeit. Eine Untersuchung der metaphysischen Grundlagen unserer Naturwissenschaft*, Frankfurt 1950

Hazard, P., *La crise de la conscience européenne (1690-1715)*. 3 vol. Paris 1935; germană: *Die Krise des europäischen Geistes*, Hamburg 1939

Jeans, J., *The Growth of physical Science*, Cambridge 1947; germană: *Der Werdegang der exakten Wissenschaft*. Berna 1948

- *Physik und Philosophie*, Zürich 1951
- *Die neue Grundlagen der Naturerkenntnis*, Stuttgart 1934

Joad, E.C.M., *Philosophical Aspects of Modern Science*, Ediţia a 3-a, Londra 1943

Mieli, A., *La science arabe et son rôle dans l"evolution scientifique mondiale*, Leiden 1939

Oppenheimer, J. R., *Wissenschaft und allgemeines Denken*, rde vol. VI, Hamburg 1955; ediţia a 3-a

- *Atomkraft und menschliche Freiheit*, rde. Vol. 52, Hamburg 1957

Poincaré, H., *Wissenschaft und Hypothese*, Ediţia a 3-a 1914

- *Letze Gedanken*, 1913
- *Der Wert der Wissenschaft*, 1906

Sarton, G., *Introduction to the History of Science*, 1947-1950

Taylor, F. S., *A short History of science*, Londra 1939

Thompson, G., *Das Atom*, ediţia a 3-a Göttingen 1952

Whitehead, A.N., *The Concept of Nature*, 1920

- *An Inquiry Concerning the Principle of Natural Knowledge*, 1925
- *Science and the Modern World*, Cambridge 1927

# Manuale

Finkelnburg, W., *Einführung in die Atomphysik*, ediţia a 3-a, Berlin 1954

Riezler, W., *Einführung in die Kernphysik*. Ediţia a 4-a, Berlin 1950

# Index


## A

Albert cel Mare 144
Ammonios Sakkas 143
Anderson, Carl David 137
Arhimede 62
Arhytas 66
Aristotel 23, 72, 73, 74, 75, 76, 77, 78, 143, 146
Auger, Pierre 137
Avicenna 144

## B

Bacon, Francis 83, 145
Becquerel, Henri 136
Blackett, Patrick Maynard Stuart 137
Bohr, Niels 11, 27, 28, 127, 128, 134, 139, 149
Boltzmann, Ludwig 26, 27
Born, Max 149, 151
Boyle, Robert 26
Broglie, Louis Victor, de 118, 122, 140
Bruno, Giordano 145, 146
Büchner, Ludwig 147

## C

Chadwick, James 137
Chrysipp 143
Cicero 56
Cleanthes 143
Clement din Alexandria 144
Columb, Cristofor 46
Comte, Auguste 147
Copernic, Nicolaus 54, 55, 59, 60, 146
Cotes, R. 84

Curie, Marie 136, 137
Curie, Pierre 136
Cusanus, Nicolaus 55

## D

D'Alembert, Jean Lerond 96, 101
Democrit 8, 25, 43, 143
Descartes, René 43, 93, 95, 96, 115
Diodati, Elia 63
Du Bois-Reymond, Emil 114

## E

Eddington, Artur Stanley 118
Einstein, Albert 27, 33, 132, 139
Epicur 95
Euclid 40
Eusebios din Cezareea 144

## F

Feuerbach, Ludwig 147
Fresnel, Augustin 129
Freyer, Hans 46

## G

Galen 72
Galilei, Galileo 5, 6, 61, 63, 78, 79, 82, 83, 145
Gassendi, Pierre 43, 95
Germer, Lester Halbert 135
Gibbs, Josiah Willard 26
Gilbert, William 83
Gorgias 142

## H

Haeckel, Ernst 147
Hahn, Otto 31
Harvey, William 83
Hegel, Georg Wilhelm Friedrich 147

Heisenberg, Werner 140, 148, 149, 150, 151
Hermachos 143
Hertz, Heinrich 118
Hilbert, David 149
Hipparch 146
Hippias 142
Huygens, Christian 91

## I

Iamblichos 143

## J

Gioacchino da Fiore 74
Jordan, Pascual 30, 151

## K

Kamlah, Wilhelm 6
Kant, Immanuel 24, 113, 146
Kepler, Johannes 5, 49, 54, 55, 60, 61, 79, 145

## L

Lactantius 144
Lagrange, Joseph Louis 121
La Mettrie, Julien Offray, de 102, 103
Laplace, Pierre Simon de 24
Lawrence, Ernest Orlando 137
Leibniz, Georg Wilhelm 114, 115
Leonardo da Vinci 62, 144
Leprince-Ringuet 137
Leucip 25, 43
Liebig, Justus von 104, 105
Locke, John 96
Longinos 143
Lucretius 143

## M

Marcus Aurelius 143
Mariotte, Edmé 83
Mendeleev, Dmitri 128
Michelangelo Buonarroti 69
Mill, John Stuart 147
Millikan, Robert Andrews 138
Moleschott, Jacob 147

## N

Newton, Isaac 5, 6, 7, 19, 24, 33, 40, 83, 84, 85, 86, 88, 90
Nigidius Figurus 143
Nicomachos din Cherasa 143
Numenios 143

## O

Occhialini 137
Origene 144
Ostwald, Wilhelm 61, 90, 94, 95, 104, 117, 145
Ovidiu 73

## P

Panaitios 143
Perrin, Jean 125
Pitagora 40, 50, 54
Planck, Max 27, 128, 149, 150
Platon 42, 43, 56, 59, 143
Plotin 143
Ponte 135
Porphyrios 143
Poseidonios 143
Pringsheim, Ernst 149
Prodicos 142
Proclos 143
Protagoras 142
Ptolemeu 146

## R

Rafael 69
Rosenblum 137
Rosenthal 149
Rutherford, Ernest 27, 127, 136, 137

## S

Schelling, Friedrich Wilhelm 104
Seneca 143
Simplicius 143
Sommerfeld, Arnold 27, 149
Spencer, Herbert 147
Spinoza, Baruch 113

## T

Tertulian 144
Thibaud, Jean 137
Thomson, George 135
Tizian 69
Torricelli, Evangelista 83
Trillat, J. J. 137

## V

Virgiliu 73
Voltaire 96

## W

Walton, Ernest Thomas 137
Wien, Wilhelm 149

## Y

Young, Thomas 129, 131

## Z

Zenon din Citium 143
Zenon din Sidon 143

# CUPRINS

**I IMAGINEA NATURII ÎN FIZICA CONTEMPORANĂ** ....5
**1. Problema naturii** ....5
a) Schimbări ale atitudinii cercetătorului faţă de natură ....5
b) Modificări în semnificaţia cuvântului „natură" ....7
c) Criza concepţiei materialiste ....9
**2. Tehnica** ....11
a) Interacţiunea dintre tehnică şi ştiinţele naturii ....11
b) Intervenţia tehnicii în raportul naturii faţă de om ....13
**3. Ştiinţele naturii ca parte a interacţiunii dintre om şi natură** ....14
a) Tehnica şi schimbările modurilor de viaţă ....14
b) Omul mai stă doar faţă în faţă cu sine însuşi ....16
c) Noua noţiune de adevăr ştiinţific ....18
d) Conştiinţa pericolului situaţiei noastre ....21
**II. FIZICA ATOMICĂ ŞI LEGEA CAUZALITĂŢII** ....23
**1. Noţiunea de cauzalitate** ....23
**2. Legitatea statistică** ....24
**3. Caracterul statistic al teoriei cuantice** ....27
**4. Istoria fizicii atomice mai recente** ....30
**5. Teoria relativităţii şi dizolvarea determinismului** ....32
**III. DESPRE RAPORTUL DINTRE CULTURA UMANISTĂ, ŞTIINŢELE NATURII ŞI OCCIDENT** ....36
**1. Motivele tradiţionale ale apărării culturii umaniste** ....36
**2. Descrierea matematică a naturii** ....39
**3.Atomii şi cultura umanistă** ....41
**4. Ştiinţele naturii şi cultura umanistă** ....43
**5. Credinţa în menirea noastră** ....45
**SURSE ISTORICE (adunate de Ernesto Grassi)** ....49
**I. Începuturile ştiinţelor moderne ale naturii** ....49
**Johannes Kepler** ....49
**Galileo Galilei** ....61
*a) Autoapărarea lui Galilei împotriva tradiţiei* ....63
*„Dialog despre cele două principale sisteme solare"* ....64
*Proiectul lui Galilei privind ştiinţele moderne ale naturii* ....78
*„Dialoguri privind cele două principale sisteme solare"* ....79

*Despre mişcarea naturală accelerată* ..... 80
*Despre mişcarea de aruncare* ..... 82
**Isaac Newton** ..... 83
*Cartea a treia a „Principiilor matematice ale filosofiei naturale"* ..... 86
*Despre sistemul planetar – Reguli pentru cercetarea naturii* ..... 86
*Cartea a treia a „Principiilor matematice ale filosofiei naturale"* ..... 89
*Partea a cincea: Despre comete* ..... 89
**II. Apariţia concepţiei mecaniciste şi materialiste despre lume** ..... 91
**1. Aplicarea metodei mecanicii newtoniene la alte domenii (optica)** ..... 91
**Christian Huygens** ..... 91
*„Despre propagarea rectilinie a razelor"* ..... 92
**2. Apariţia concepţiei mecaniciste şi materialiste despre lume** ..... 95
**Jean Lerond D'Alembert** ..... 96
*„Introducere la Enciclopedie", 1751* ..... 97
**Julien Offray de La Mettrie** ..... 102
*„Omul maşină"* ..... 102
**Wilhelm Ostwald** ..... 104
*„Prelegeri despre filosofia naturii"* ..... 104
*Timpul, spaţiul, substanţa* ..... 107
*Conştiinţa* ..... 111
**III. Criza concepţiei materialist-mecaniciste** ..... 118
**Heinrich Hertz** ..... 119
*Introducere la „Principiile mecanicii"* ..... 119
**Louis de Broglie** ..... 122
*Dezvoltarea fizicii contemporane* ..... 122
**TERMEN ENCICLOPEDIC „NATURA"** ..... 142
Despre autor ..... 149
Publicaţii mai importante ale lui Werner Heisenberg: ..... 151
Publicaţii în reviste ştiinţifice: ..... 151
Referinţe bibliografice ..... 153
Bibliografie germană: ..... 153
Bibliografie străină: ..... 155
Manuale ..... 157
Index ..... 159

Werner Karl Heisenberg (1901 - 1976), unul dintre cei mai mari fizicieni ai secolului XX, este fondatorul mecanicii cuantice. Totodată el a pus bazele mecanicii matriceale.

În 1927 a formulat principiul incertitudinii (care îi poartă numele), stabilind limitele cunoașterii umane a universului fizic .W.Heisenberg a obținut Premiul Nobel pentru fizică în 1932.

Autorul pune în discuție influențele majore pe care imaginea despre lume a fizicii contemporane le-a avut asupra tuturor manifestărilor umane ale ultimului secol.

Lucrarea atrage atenția asupra pericolului în care se găseşte omul atunci când dizolvă natura în structura gândirii sale şi o exploatează fără măsură.

Dacă inițial natura era accesibilă prin simțuri, acum ea devine o realitate care poate fi gândită.

ISBN 973-684-332-7

9789736 843327

Imaginea naturii în fizică

03 41038 62202 5

LEI: 50.000 LG:- 5,00